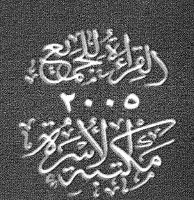
سلسلة العلوم الاجتماعية



الكيمياء وحياتنا اليومية

د. أحمد مدحت إسلام



الكيمياء وحياتنا اليومية

د. أحمد مدحت إسلام



برعاية السيدة

سوزان مبارك

المشرف العام

د. ناصر الأنصارى

الإشراف الطباعى

محمود عبد المجيد

الغلاف والإشراف الفنى

صبرى عبد الواحد

ماجدة عبد العليم

الجهات المشاركة:

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقافة

وزارة الإعلام

وزارة التربية والتعليم

وزارة التنمية المحلية

وزارة الشباب

التنفيذ

الهيئة المصرية العامة للكتاب

تصدير

كتابُ «الكيمياءُ وحياتُنا اليوميةُ»، مرجعٌ بالغُ الأهميةِ فى تخصُّصِهِ، حيث أصبحت الكيمياءُ عنصرًا فاعلاً وأساسيًا فى كثيرٍ من مفرداتِ حياتِنَا المعاصرة. فالكيمياء، علم يختصُّ بدراسةِ خواصِّ المواد، وتفاعلاتها، ويوضح لنا طرقَ تحويلِ المواد الخام إلى مواد جديدةٍ تساعد فى سَدِّ احتياجاتنا المتغيرة.

يتعرضُ الكتاب لبداياتِ نشأةِ علمِ الكيمياء، وهو ما يُعرفُ حديثًا بـ «الكيمياءِ القديمة»... بدءًا من تجارب الصينيين الأولى وتجارب علماء المسلمين الأوائل، وقبلها هذه التجاربُ الفريدةُ من نوعها التى قدمها للعالم كله المصريون القدماءُ منذ نحو ١٩٠٠ عام قبل الميلاد، عارضًا لأهم المؤلفاتِ الثمينةِ فى هذا التخصص وهكذا، يتقدمُ البحثُ فصلاً فصلاً، وصولاً إلى دور الكيمياءِ فى مجالِ الدواء. مبينًا أبرز الانتصاراتِ العلميةِ فى هذا المجال.

وضع هذا الكتاب الدكتور أحمد مدحت إسلام، أستاذُ الكيمياءِ العضويةِ المتفرغُ والعميدُ السابقُ لكليةِ العلوم بجامعةِ الأزهر، وصاحبُ الأطروحاتِ العلمية العديدةِ، التي لعبت دورًا كبيرًا فى تبيانِ دورِ العلمِ فى حياتنا المعاصرة.

وتقدمُ «مكتبةُ الأسرةِ» هذا العام، هذا الكتابَ للقارئِ، والذى صدرت طبعتُه الأولى عام ١٩٩٦.

مكتبة الأسرة



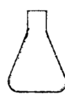
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

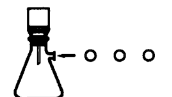
﴿ ... إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾ ﴾

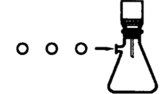
[فاطر].



المحتويات







مقدمة

تلعب الكيمياء دورا هاما فى حياتنا اليومية، فهى فرع من فروع العلم يختص بدراسة خواص المواد وتفاعلاتها، ويبين لنا الطريق لتحويل كثير من المواد الخام الموجودة فى الطبيعة حولنا، إلى مواد أخرى جديدة تسهم فى سد احتياجات الإنسان وتوفير متطلباته المختلفة.

وقد كان الإنسان فى الزمن القديم لا يستخدم فى حياته إلا ما يجده حوله من مواد، وهى مواد مصدرها الطبيعة ويراها حوله كل يوم، فاستخدم الماء والهواء، وكان يبنى منزله من أخشاب الأشجار أو من كتل الصخور والأحجار، دون أن يغير بها شيئا، وكان يشعل نيرانه بما يجده حوله من أخشاب أو من كتل الفحم.

كذلك صنع الإنسان ملابسه من بعض الألياف الطبيعية التى وجدها حوله مثل القطن والكتان والصوف، وكانت الألوان التى يصبغ بها ملابسه مستخلصة من أصول نباتية أو أصول معدنية، كما كان الوقود الذى يضىء به أمسياته ولياليه لا يزيد عن كونه دهونا أو زيوتا مستخرجة من الحيوانات أو النباتات، وكان لا يعرف لعلاج أمراضه إلا بعض المكونات الفعالة التى يستخلصها من الأعشاب والنباتات.

وقد اشتغل بعلوم الكيمياء فيما مضى فئة خاصة من الناس فى مختلف الحضارات، ولكن الكيمياء فى ذلك الزمن لم تكن علما له أصول وقواعد كالتى نعرفها له اليوم، ولكنها كانت صنعة تقوم على الخبرة والمران، ولا يعرف أسرارها وأساليبها إلا القليل، ولذلك فنحن نسميها اليوم «الكيميا» Alchemy ، أو الكيمياء القديمة.

وتعتبر الكيمياء الحديثة امتدادا لهذه الكيمياء القديمة، وقد اقتصر علم الكيمياء فى منشئه على دراسة تركيب بعض المواد الموجودة طبيعيا، فاكتشف

تركيب الهواء وتركيب الماء، وعرف بعض الأملاح ودرس بعض تفاعلاتها، ثم تعلم الإنسان بمرور الوقت كيف يحضر المواد والمركبات ذات الأوزان الجزيئية الصغيرة، أى التى تحتوى جزيئاتها على عدد قليل من الذرات، والتى لا توجد فى الطبيعة، فحضَّر بعض الأحماض والقواعد وبعض الأملاح، وسميت هذه المواد بجزيئات من صنع الإنسان.

وقد اكتشف الإنسان فيما بعد أن كل ما يحيط به من مظاهر هذا الكون للكيمياء دور فيه، فجسم الإنسان يعتمد فى حركته وفى نشاطه على ما يدور فى خلاياه من تفاعلات كيميائية، وتعتبر الخلية الحية مسرحا لهذه التفاعلات التى تحدث بين مئات المواد الكيميائية المتنوعة التى تسبح فى ما بها من سوائل. كذلك أدرك الإنسان أن الكون كله يتكون من ذرات وجزيئات كيميائية متنوعة الخصائص والصفات، وهى التى تصنع ما به من غازات وغبار كونى، وتكون كل ما نعرفه من سدم ونجوم ومجرات.

وعندما تمكن الإنسان من صنع جزيئات كيميائية جديدة، تمكن من تحضير مئات من المواد الجديدة التى ساعدته على تحسين ظروف حياته وأحوال معيشته، وبذلك أصبحت الكيمياء إحدى الوسائل الأساسية التى ساعدت على تقدم الإنسان، وساهمت مساهمة فعالة فى تطور المجتمع البشرى.

وقد زودت الكيمياء الإنسان بأنواع مختلفة من الأدوية، ساعدته على الصراع ضد الجراثيم والميكروبات، كما ساهم بعضها فى القضاء على الآلام. كذلك ساعدته بعض هذه الجزيئات الجديدة على صنع أنواع مستحدثة من الألياف الصناعية، وكان بعضها بديلا ممتازا للألياف الطبيعية، بل إن بعضها قد فاق الألياف الطبيعية فى خواصه وصفاته، واستعملها الإنسان فى كثير من الأغراض التى تطلبتها حياته الحديثة.

كذلك مكنت الكيمياء الإنسان من صنع أنواع من المطاط الصناعى، يفوق بعضها المطاط الطبيعى فى قوته واحتماله، ولولا ذلك لما استطاعت وسائل النقل أن تسير وتتحرك بهذا الكم الهائل الذى نراه فى شوارع مدننا وطرقاتها اليوم.

وقد حدث تطور مماثل فى كثير من ميادين الصناعة الأخرى، فقد صنع الإنسان كثيرا من الأصباغ والألوان الجديدة التى جعلت حياتنا أكثر بهجة وسرورا، وظهرت بعض الأصناف الجديدة من المنظفات الصناعية ومن اللدائن والمواد اللاصقة والطلاءات، وهى مواد جديدة لم تكن معروفة من قبل، وكانت عاملا رئيسيا فى مقابلة متطلبات الحياة الحديثة للإنسان.

كذلك امتدت الكيمياء لتخدم الإنسان فى مجالات أخرى جديدة، فساهمت فى صنع أنواع من الزجاج اللازم لصناعة بعض العدسات والمرايا المستخدمة فى المراصد التى تستكشف أغوار الفضاء، كما كان لها دور فعال فى صناعة كثير من وسائل الاتصال التى نعرفها اليوم مثل الراديو والتلفزيون.

كذلك لعبت الكيمياء دورا هاما فى تقدم علوم الفضاء، فقد أدى التقدم فى صنع سبائك الفلزات وألياف الزجاج والكربون إلى تقدم صناعة الصواريخ وسفن الفضاء التى يجوب بعضها اليوم الفضاء الواقع بين كواكب مجموعتنا الشمسية.

ويتضح من كل ذلك أن علوم الكيمياء قد حققت للإنسان نصرا هائلا فى كفاحه من أجل التقدم والبقاء، وقد ازدهرت فى هذا العصر علوم الكيمياء ازدهارا عظيما بجميع فروعها وأنواعها، العضوية، وغير العضوية، والحيوية، والصناعية، والإشعاعية، والتطبيقية، وغيرها من المجالات الحديثة للكيمياء، حتى إنه يمكن أن يقال بحق أننا نعيش اليوم فى عصر الكيمياء.

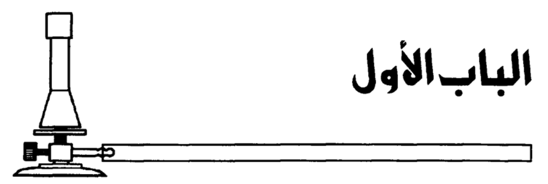
وقد يبدو للبعض أن الكيمياء عبارة عن علم جاف وشديد الغموض، ولكنه فى حقيقة الأمر ليس كذلك. وسيحاول هذا الكتاب الابتعاد عن المعلومات الجافة والمتعمقة التى تحفل بها كتب الكيمياء الأخرى المتخصصة، وسيركز فقط على المعلومات البسيطة التى يتعين علينا معرفتها دون أن نستغرق فى التفاصيل، ودون أن نصيب القارئ بالملل.

ولن نذكر فى هذا الكتاب شيئا عن كيمياء المفرقعات أو الغازات السامة أو كيميائيات الحرب، فهذه المجالات لا تخدم الإنسان فى حياته وإنما تستخدم فى غير

مجالات السلم. وسنعرض على القارئ بعض المجالات الهـامة التى كان للكيمياء فيها دور هام فى خدمة الإنسان، مثل مجـال الكساء ومجال الغذاء ومجال الزراعة وغيرها من مجالات الصناعة الأخرى.

ويحـتوى الكتـاب كـذلك على بعض المعلومـات عن تاريخ الكيـميـاء فى مختلف الحضارات وهى قصة غنية بوقائعـها، وامتزجت فى مراحلها الأولى بكثير من السحر والشعوذة، ولكنها أدت فى نهاية الأمر إلى ظهور علم راسخ له أصوله وقواعده، وساهم إلى حد كبير فى تقدم الإنسان وفى رفاهيته.

الباب الأول



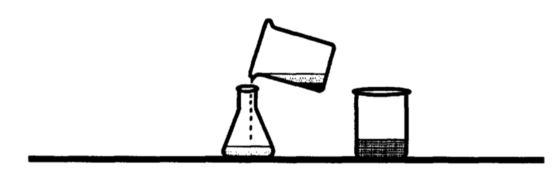
الكيمياء القديمة

- تعريف الكيمياء عند العلماء.

- تجارب أهل الصين فى الكيمياء القديمة.

- تقدم الكيمياء على يد المسلمين.

- المؤلفات الثمينة فى الكيمياء.



من المعتقد أن كلمة «الكيميا Alchemy» كلمة عربية الأصل، وأنها تعنى عند العرب الصنعة التى اشتهر بها سكان أرض «كيم Khem»، وهو الاسم الذى عرفت به أرض مصر فى ذلك الزمان.

ويرى بعض المؤرخين أن عصر الإغريق كان نقطة البداية بالنسبة للحضارة الغربية بكل ما تتضمنها من فروع العلم والمعرفة، ولكن من الخطأ أن نغفل تأثير الحضارات القديمة مثل حضارة أهل بابل وآشور، وحضارة الصين، وحضارة المصريين القدماء، ولابد أن هذه الحضارات التى شيدت برج بابل، واكتشفت البارود، وأقامت الأهرام الخالدة على مر الزمان قد شاركت بنصيب وافر فى ركب الحضارة وفى تقدم المعرفة.

فالمصرى القديم الذى عاش على ضفاف النيل العظيم عرف الكيمياء منذ زمن بعيد، فقد استخرج من أحجار الأرض نحاسا وذهبا، وصنع من رمال الصحراء زجاجا، ومن طمى النيل فخارا، كما صنع أنواعا من الألوان والطلاء ما زالت تزين جدران معابده حتى الآن، وتزيدها جمالا وبهاء.

وتدل أوراق البردى التى اكتشفها عالم المصريات الألمانى «إيبرس» وعرفت باسم أوراق «إيبرس Ebers Papyrus»، والتى كتبت منذ نحو ١٩٠٠ عام قبل الميلاد، على أن المصريين قد حققوا نجاحا فى مجال العلاج والأدوية، فاستخدموا خليطا من مسحوق السينا وزيت الخروع فى علاج الإمساك، وأوراق النعناع فى علاج سوء الهضم، كما كانوا يصنعون العطور من زيت الياسمين وزيت الورد وزيت البنفسج، كما استخدموا مزيلات الروائح مثل زيت الليمون والقرفة تحت الإبط، وزيت اللوز لتطرية الجلد، وصنعوا الكحل من أكسيد النحاس الأسود وأكسيد الإنتيمون، كما حضروا بعض الأصباغ الحمراء للشفاه وللخدين.

كذلك تدل براعة المصريين القدماء فى التحنيط على معرفتهم بخواص كثير من المواد، وبكثير من أسرار الكيمياء وخباياها، ومازالت المومياوات بيننا حتى اليوم بعد انقضاء آلاف السنين على وفاة أصحابها.

وقد كان الصناع المصريون فى عهد الأسرة الفرعونية الثامنة عشرة، يعلمون كثيرا من أسرار صناعة الزجاج، وقد عثر على إبريق زجاجى عليه صورة

«لتحتمس الثالث» (١٥٠١ قبل الميلاد) وعلى حلى زجاجية بها رسم «لأمينوفيس الأول» (١٥٥٥قبل الميلاد)، كما تم العثور على رأس صغيرة من الزجاج يعتقد أنها جزء من تمثال «لأمنحتب» الثانى الذى حكم مصر منذ نحو ١٤٠٠ سنة قبل الميلاد.

كذلك يقال : إن بعض المشتغلين بالكيمياء فى مصر القديمة قد برعوا فى صنع السبائك وكانوا يبيعون بعضها فى الأسواق على أنها فضة أصلية وذهب خالص. ويقال : إن الإمبراطور «ديوقلتيان Diocletian» أمر جنوده بإحراق المخطوطات التى تحتوى على أسرار هذه الصنعة، وكان ذلك عام ٢٩٠ ميلادية، وربما كان ذلك هو السبب فى أننا لا نجد اليوم شيئا يذكر من هذه المخطوطات التى تتناول أعمال المشتغلين بهذه الصنعة من المصريين.

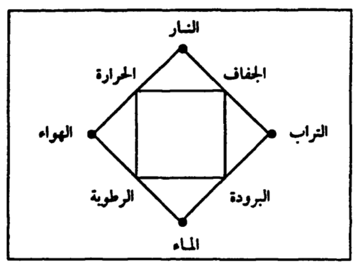
وقد انتقلت أسرار صناعة الزجاج من مصر القديمة إلى كل من الإغريق والرومان، وكذلك انتقلت معها أسرار صنعة الكيمياء التى كانت تقوم أساسا على المران واكتساب الخبرات، والتى كانت أسرارها تتركز أساسا فى يد طبقة الكهنة وسدنة المعابد.

وقد كان لأهل الصين تجارب فى الكيمياء القديمة، وكان الهدف الأساسى من هذه التجارب هو اكتشاف مواد يمكن أن تطيل العمر أو تمنع أجساد الموتى من الفساد.

وكان الصينيون يعتقدون أن الكون يتكون من خمسة عناصر: هى الماء، والنار، والخشب، والفلز، والأرض. وقد جاء فى «كتاب تاو Book of Tao» الذى كتب عام ٥٥٠ قبل الميلاد أن طاقة الكون تنقسم إلى شكلين هما: «يانج Yang»، وهو شكل مذكر ونشيط ويشبه النار، والآخر «يين Yin»، وهو شكل أنثوى وسلبى ويشبه الماء. وكانوا يعتقدون أن الذهب يانج نقى، وأن له القدرة هو والجمست على حفظ الأجسام من الفساد، ولهذا كانوا يدفنون الموتى فى صناديق من الجمست وتسد فتحاتهما بقطع من الذهب.

ومن المعتقد أن أرسطو كان أول فلاسفة الإغريق الذين وضعوا تصورا للمادة الأولية«Prime Matter» التى يتكون منها الكون، وتفترض هذه النظرية أن الكون يتكون من أربعة عناصر هى: التراب، والهواء، والنار، والماء، وأن هذه العناصر

تربطها أربعة خواص هى : الجفاف، والرطوبة، والحرارة، والبرودة، باعتبار أن النار جافة وساخنة، والتراب بارد وجاف، والماء رطب وبارد، والهواء ساخن ورطب.



نظرية العناصر الأربعة لأرسطو

ولم يكن لهذه النظرية سند تجريبى، فقد كان العمل اليدوى يتعارض مع تقاليد الفلاسفة، وكانت كل أعمالهم تعتمد على التأمل وإعمال الفكر فقط.

وقد ساعدت هذه النظرية كثيرا من الناس على الاعتقاد بأن هناك شيئا ما يحمل سر هذا الكون، ومن هنا نشأت فكرة البحث عن «حجر الفلاسفة» Philosopher's Stone، فقد كانت هذه النظرية تفترض أن كل شيء فى هذا الكون يتكون من هذه العناصر الأربعة ولكن بنسب مختلفة، وأن تغير هذه النسب مع تغيير الخواص يمكن أن يحول عنصرا خسيسا مثل النحاس إلى عنصر ثمين مثل الذهب، وأن حجر الفلاسفة هو القادر على إحداث التغير المطلوب.

وقد قام الكيميائيون القدماء بإجراء مئات من التجارب لهذا الغرض فاستعملوا مواد الكبريت والزرنيخ وغيرها من المواد، وقاموا بتسخينها أو تبخيرها أو تعطينها، أو حتى تركها حتى تفسد، ولكن هذه التجارب كلها باءت بالفشل. ومع ذلك فقد كان لمثل هذه التجارب العشوائية نفع كبير، فقد أدت إلى اكتشاف مواد جديدة فى بعض الأحيان، كما ساعدت على اكتشاف بعض المبادئ والملاحظات التى ساعدت فيما بعد على تقدم علم الكيمياء.

وقد كان لعلماء المسلمين فى عهد الدولة الإسلامية دور كبير فى المساعدة على تقدم الكيمياء، فعندما غزا العرب مصر فى القرن السابع الميلادى، ودخلوا مدينة الإسكندرية عام ٦٤١ ميلادية، وجدوا جزءا كبيرا من مكتبتها الشهيرة قد دمرته الاضطرابات التى سادت المدينة نتيجة للمنازعات السياسية والاضطهاد الدينى، ولكنهم استطاعوا إنقاذ كثير مما تبقى من مخطوطاتها ونقلوها فيما بعد إلى بغداد. كذلك فعل بعض العلماء الذين صاحبوا الجيوش الإسلامية فى غزواتها للدول الأخرى، فنقلوا إلى بغداد مئات من الكتب والمخطوطات فى كل فروع العلم وقاموا بترجمتها من لغاتها الأصلية مثل الإغريقية والسريانية واللاتينية والفارسية إلى اللغة العربية، وبذلك أصبحت كل هذه العلوم والمعارف فى متناول كل الدارسين من العرب والمسلمين.

وقد ظهر فى عهد الدولة الإسلامية عدد كبير من العلماء مثل ابن سينا، وابن الهيثم، وابن النفيس، والبيرونى، والبتاتى، وكان من بينهم من علماء الكيمياء، جابر بن حيان (٧٣٧ميلادية) وأبو بكر الرازى (٨٥٤-٩٣٢ميلادية).

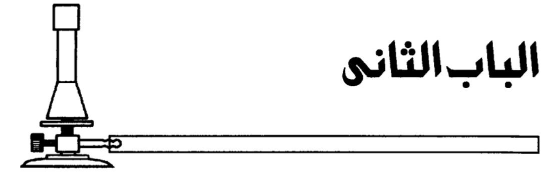
وكان جابر بن حيان أول من وضع قواعد ثابتة لإجراء التجارب، وقدم الميزان، والأنبيق والتنور، واستخدمهما فى التقطير والتبخير، وعرفهما الغرب بعد ذلك باسم «Alenbic» و«Athanor» . وقد ترك لنا جابر عددا كبيرا من المؤلفات فى الكيمياء، منها «صندوق الحكمة» «والمجموعة الكاملة»، وقد ترجمت أكثر كتبه إلى اللغة اللاتينية فى العصور الوسطى فى أوروبا، وعن طريقها سمع الأوربيون لأول مرة عن التجربة العلمية المخططة، وعن عشرات من العمليات الكيميائية مثل التقطير والتبخير والترشيح والتكليس والتبييض والسحق والإلغام، كما سمعوا لأول مرة كذلك عن كثير من المواد التى حضرها مثل الراسب الأحمر (أكسيد الزئبق) والزنجفر (كبريتيد الزئبق)، والرهج (كبريتيد الزرنيخ)، والخل المصعد (حمض الخليك) وحمض الأترج (حمض الستريك) وغيرها.

وقد كان لجابر بن حيان فضل تحضير حمض النتريك وأسماه «الماء الحاد» وكذلك تحضير حمض الهدروكلوريك، كما كان لأبى بكر الرازى فضل تحضير حمض الكبريتيك وأطلق عليه اسم «زيت الزاج».



جابر بن حيان فى صومعته يستقبل بعض تلاميذته ومريديه

وقد ترك الـرازى عدة مؤلفـات ثمينـة فى الكيمـياء من بينهـا كتـاب «سر الأسرار» الذى ترجم إلى اللغة اللاتينيـة فى العصور الوسطى تحت اسم «Secreta Secretorum» ووصف فى هذه الكتب التجهـيزات المعملية التى استخدمـها، كما وضع فيها منهجا علميا ليسيـر عليه عامة المشتغلين بالكيمياء. ويتضح من ذلك أن الكيميـاء قد بدأت فى التحول إلى علم تجريبى له قواعـده وأصوله على يد علماء الدولة الإسلامـية، وعن طريقهم انتقل الاهتـمام بالتجارب المخططة والهـادفة إلى أوروبا. كذلك كان علماء المسلمين هم أول من حضّـر الأحماض المعدنية الثلاثة، وهى تعتبـر حجر الزاوية فى تجارب الكـيمياء، بالإضافـة إلى أنهم كانوا أول من وضع المنهج العلمى الخاص بالتجربة والمشاهدة والاستنتاج.



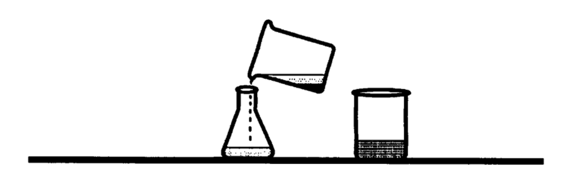
الباب الثانى

اكتشافات ساعدت على تقدم علم الكيمياء

- سر الاحتراق واكتشاف الغازات.

- الذرات والجزيئات.

- الرموز والمعادلات الكيميائية.



كـان الناس فى العـصـور الوسطى فى أوروبا مـا زالوا يصـدقـون دعـوى الألكيميون بأن حجر الفلاسفة شيء حقيقى ويمكن الحصول عليه، وأنه يمكن أن يحول الفـلزات الخسيـسة إلى فلزات نفـسيـة، وكان السـبب فى تصديقـهم لهذه الدعوى، أنها إذا تحققت فسوف تدر على من يقوم بها أموالا طائلة، وستضعه فى مصاف أصحاب السطوة والنفوذ.

ولم يكن هذا التصـديق عاما بين الناس وخـاصة بين الفلاسـفة والمفكرين، فعندما اطلع بـعض منهم على كتب الكيميـائيين العرب المترجمـة إلى اللاتينية فى نهاية القـرن الثالث عشر، عـرفوا قيـمة التجربة العـلمية والمشاهدة والاسـتنتاج، وشجعهم ذلك على إجراء مزيد من التجارب، وظهر من بينهم كثير من المشتغلين بتجارب الكيميـاء أمثال «ألبرتو ماجنوس» الذى اعتبرته الكنيـسة الكاثوليكية قديسا عام ١٩٣٢، و«بارا سلسوس» (١٤٩٣-١٥٤١) وكان طبيـبا يعالج الناس بالمجان، وتركزت أعماله فى محاولة الحصول على مركبات جديدة تصلح لعلاج الأمراض، وكانت هذه هى أولى الخطوات فى تقدم ما نعرفه اليوم باسم الكيمياء الطبية.

كـذلك ظهر «فـرانسـيس بيكون» (١٦٢٦) الذى كـان يرى ضـرورة كتـابة التجارب حتى يمكن إعادتها، كما كان يرى ضـرورة اجتماع العلماء معا للمشاورة وتبادل الآراء فيما بينهم.

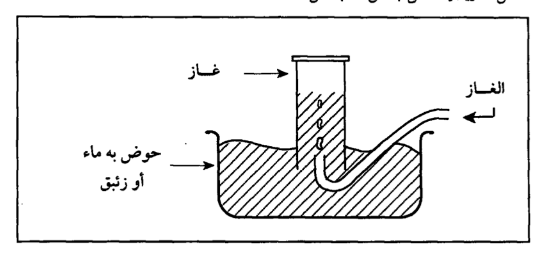
سر الاحتراق واكتشاف الغازات:

كان «روبرت بويل» عضوا فى الجميعة الملكية بلندن التى تأسست عام١٦٦٠ ولم يكن راضيا عن نظرية أرسطو، وكـان اشتعال المواد التى يسمونها كـبريتا سرا مـغلقا على كل الأذهـان. وقد وجـد «بويل» أن بعض الأجـسام ينحل بالحـرارة ويحترق على حيـن لايتأثر بعضها الآخر بالحرارة، بل قـد تعطى مواد جديدة فى صفاتها مثلما يحدث عند تسخين ملح قلوى مع الرمال ليعطى زجاجا.

وكان أول من حـاول تفسـير ظاهرة الاحتـراق هو «جورج إرنست شـتال» (١٦٦٠ - ١٧٣٤) فاقترح أن المواد التى تقبل الاشتعال تحتوى فى تركيبها على ما أسماه «الفلوجستين» وهو الذى ينطلق منها عندما تحترق على هيئة ضوء وحرارة.

وقد بينت التجارب فيما بعد أنه لا ينطلق من المادة شيئا ما عند اشتعالها، بل إن وزن بعض المواد يزيد بعد اشتعالها. ولم يكن غاز الأكسچين معروفا فى ذلك الوقت بل كان الهواء نفسه يعتبر عنصرا بدلا من كونه خليطا من عدة غازات.

ويرجع السبب فى عدم التعرف على الغازات، إلى عدم وجود وسيلة ما للإمساك بها ودراسة خواصها. وأول من ابتكر وسيلة لجمع الغازات رجل دين إنجليزى يدعى «ستيفن هالس»، فقد استعمل لهذا الغرض حوضا زجاجيا مملوءا بالماء، ونكس فيه مخبارا مدرجا ممتلئا بالماء كذلك، ودفع الغاز بواسطة أنبوبة رفيعة يدخل أحد أطرافها فى الفوهة السفلى للمخبار، فتتصاعد منها فقاعات الغاز لتحل تدريجيا محل بعض ما به من ماء.



حوض «هالس» لجمع الغازات

ويمكن ملء الحوض والمخبار بالزئبق إذا كان الغاز المطلوب جمعه يتفاعل مع الماء أو يذوب فيه.

وأول من قام بتجارب رائدة فى مجال اكتشاف الغازات هو «جوزيف بريستلى» (١٧٣٣ - ١٨٠٤)، فقد قام عام ١٧٧٤ بتسخين أكسيد الزئبق الأحمر بواسطة عدسة محدبة، ولاحظ ظهور قطرات صغيرة من الزئبق فى جزء الأكسيد الواقع فى بؤرة العدسة، كما لاحظ تصاعد فقاعات من الغاز من بين حبيبات الأكسيد. وعندما جمع هذا الغاز تبين له أنه لا يشتعل ولكن يساعد على الاشتعال وأطلق عليه اسم «الهواء الخالى من الفلوجستين».

ولم يكن «بريستلى» أول من اكتشف غاز الأكسجين فى حقيقة الأمر، فقد سبقه إلى ذلك صيدلى سويدى يدعى «كارل ولهلم شيل» (١٧٤٢-١٧٨٦) وأطلق عليه اسم «هواء النار» ولكنه لم ينشر بحثه إلا فى نهاية عام ١٧٧٦، ولذلك دخل اسم «بريستلى» تاريخ الكيمياء باعتباره أول من أعلن اكتشاف الأكسچين.

وفى هذا الوقت نفسه تقريبا اكتشف «أنطوان لافوازييه» (١٧٤٣-١٧٩٤) فى باريس أن الهواء يتكون من نوعين من الغازات، وأن أحد هذين الغازين تمتصه الشمعة المشتعلة فى حيز مغلق من الهواء على حين يتبقى الجزء الأكبر من الهواء كما هو بعد أن تنطفئ الشمعة.

وقد اتضح فيما بعد أن الجزء الذى تمتصه الشمعة فى أثناء احتراقها هو نفسه الهواء الخالى من الفلوجستين وهو أيضا «هواء النار»، وأطلق عليه لافوازييه اسم «أكسچينوم» ويعرف حاليا باسم الأكسچين. وقد أدت هذه التجارب إلى اكتشاف سر الاحتراق، فهى فى حقيقة الأمر عملية أكسدة يتحد فيها أكسچين الهواء مع المادة مع ظهور ضوء وحرارة.

الذرات والجزيئات

إن فكرة تكون المادة من دقائق صغيرة فكرة قديمة نادى بها بعض مفكرى الإغريق، ولكن أحدا لم يأخذ ذلك مأخذ الجد حتى جاء جون دالتون (١٧٦٦ - ١٨٤٤) وكان يعمل مدرسا للرياضيات فى مانشستر بإنجلترا وقدم نظريته الذرية عام ١٨٠٨.

وقد افترض «دالتون» أن جميع المواد تتكون من عدد هائل لايمكن إدراكه من دقائق متناهية فى الصغر هى الذرات، وأن عمليات تحليل المادة تؤدى إلى فصل هذه الذرات ويؤدى التركيب إلى إعادة اتحادها معا. كذلك افترض أن الذرات لا تفنى ولا تستحدث، وأن لكل عنصر نوعا معينا من الذرات لا يتغير أبدا.

وفى نفس هذا الوقت تقريبا لاحظ «جاى لوساك» وكان يقوم ببعض التجارب فى باريس حول تفاعلات الغازات، أنه إذا اتحد غازان لتكوين غاز ثالث، فإن النسبة بين حجم الغاز الناتج وحجمى الغازين المتفاعلين تكون دائما نسبة عددية بسيطة، واستنتج من ذلك أن الحجم الواحد من أى غاز من الغازات عند ضغط معين ودرجة حرارة معينة، يحتوى دائما على نفس العدد من الذرات.

وقد ظل فرض «جاى لوساك» غير واضح، وكان دالتون من المعارضين لهذا الفرض، وكان يقول: كيف نبدأ بلترين من غازين مختلفين، ثم ينتهى التفاعل بينهما بتكوين لترين من الغاز الناتج بهما كذلك نفس العدد من الدقائق السابق وجوده فى كل من الغازين المتفاعلين.

وقد حل هذه المشكلة أحد العاملين فى حقل الفيزياء ويدعى «لورنزو روميو أميديو كارلو أفوجادرو» (١٧٧٦ - ١٨٥٦) بافتراض أن الذرات تتحد معا لتكوين ما يعرف بالجزيئات، وصاغ أفوجادرو فرضه كما يلى «الحجوم المتساوية من الغازات تحتوى دائما على نفس العدد من الجزيئات، عند نفس الضغط ودرجة الحرارة»، وعرف هذا باسم «فرض أفوجادرو».

وقد ألقت نظرية «دالتون» كثيرا من الضوء على تركيب مختلف المواد، وفسرت كثيرا من التفاعلات الكيميائية المعروفة من قبل، وأمكن عن طريق فرض أفوجادرو تعيين الأوزان الجزيئية لجميع الغازات بنسبتها إلى الهدروچين الذى اعتبر وزنه مساويا للوحدة.

الرموز والمعادلات الكيميائية

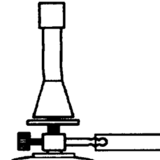
كانت كتابات المشتغلين بالكيمياء فيما مضى على درجة عالية من الإبهام والغموض، وكانوا يرمزون لما يريدون وصفه برموز غامضة تشبه تلك الرموز التى كان المنجمون يستعملونها، فنسب الذهب إلى الشمس، والفضة إلى القمر، والرصاص إلى زحل، والحديد إلى المريخ، والزئبق إلى عطارد وهكذا، وبمضى الزمن زاد عدد العناصر التى عرفها الإنسان مما استلزم إطلاق أسماء خاصة عليها، ولكن هذه الأسماء لم تكن تصلح لوصف ما بينها من تفاعلات ولا لكتابة المعادلات التى تصف هذه التفاعلات.

وأول من وضع رموزا خاصة للعناصر كان الـعالم «برزيليوس» وكان يشتغل بالكيميـاء والصيدلة فى مدينة أوبســالا بالسويد. وقد اقتــرح «برزيليوس» أن يرمز لكل عنصر بحرف واحد أو أكثر من الأسماء اللاتينية لهذه العناصر، ومثال ذلك:

Carbon	C	Hydrogen	H
Oxygen	O	Natrium	Na
Nitrogen	N	Ferrum	Fe

وتستخدم هذه الرمـوز لكتابة صيغ المركبات فيكتب مثـلا جزىء أول أكسيد الكربون (CO) وثانى أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O) وجزىء سكر القصب ($C_{12}H_{22}O_{11}$)، كما أنهـا تستخدم فى كـتابة المعادلات الكيميـائية، وهى تلقى الضوء على تركيب المواد.

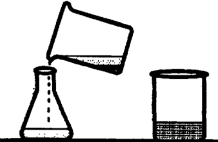
وقد أدت هذه الاكتشافات وغيرها إلى تقدم علم الكيمياء، وأصبح للكيمياء كثيـر من الفائدة فى مختلف المجالات، وسـاعدت على جعل حياة الإنســان أكثر يسرا ووفرت له كثيرا من احتياجاته ومتطلباته فى حياته اليومية.



الباب الثالث

الكيمياء والفلزات

الحديد - الصلب - الألومنيوم - الرصاص - النحاس - الزنك - المغنسيوم - الذهب - القصدير - النيكل - البلاتين - الكروم - الكوبلت - المنجنيز - الفضة - الزئبق - فلزات أخرى هامة.



تعد الفلزات من أهم العناصر الكيميائية التى استخدمها الإنسان، والتى أثرت تأثيرا كبيرا فى حياته اليومية. ونادرا ما توجد الفلزات فى حالتها الحرة، ولكنها توجد فى أغلب الأحوال على صورة بعض مركباتها مع غيرها من العناصر، مثل الأكسچين، والكبريت، والسليكون وغيرها، وتعرف هذه المركبات التى توجد طبيعيا باسم المعادن Minerals .

ولا تتوزع معادن الفلزات بشكل منتظم فى قشرة الأرض، ولكنها توجد عادة فى جيوب متناثرة هنا وهناك، ولا تتبع فى ذلك نظاما معينا أو قاعدة خاصة، ولذلك نجد أن بعض الدول غنية فى ثرواتها المعدنية، وبعضها الآخر قد يفتقر إلى بعض أنواع من هذه المعادن.

ومع ذلك يندر أن توجد معادن كل الفلزات فى دولة واحدة، ولهذا نجد أن كل الدول - حتى الغنية فى ثرواتها المعدنية - تحتاج إلى عمليات التبادل التجارى مع غيرها من الدول، حتى تحصل على كل ما تحتاجه من الخامات المعدنية الضرورية لصناعاتها ولحياتها اليومية.

وقد لعبت الكيمياء دورا هاما فى تركيز خامات الفلزات وفى التخلص مما قد يكون بها من شوائب، كذلك للكيمياء دور هام فى استخلاص الفلزات من هذه الخامات، وفى تنقيتها وفى تكوين كثير من السبائك التى توجد بها نسب مختلفة من عدة فلزات، والتى كان لها نفع عظيم للإنسان فى كثير من صناعاته مثل صناعة السيارات والطائرات وسفن الفضاء.

وقد عرف الإنسان بعض هذه الفلزات منذ زمن بعيد قد يمتد إلى نحو ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد، ولم يكن معروفا للإنسان فى ذلك الحين إلا بعض الفلزات التى توجد أحيانا فى حالتها الحرة وغير متحدة بغيرها، مثل النحاس، والذهب، والفضة، وكان الإنسان يجدها فى الأماكن المكشوفة التى يسهل الوصول إليها، مثل الوديان أو سفوح الجبال، وكان أحيانا يبحث عنها فى الحفر القريبة من سطح الأرض، وإن كان المصريون القدماء قد حفروا مناجم لاستخراج الذهب من باطن الأرض.

وقد صنع الإنسان القديم بعض أدواته من هذ الفلزات، واستخدم بعضها فى الزينة وغيرها من الأغراض، واستمر عصر استخدام النحاس أو البرونز (نحاس به قليل من القصدير) زمنا طويلا إلى أن تمكن من اكتشاف طريقة لاستخلاص الحديد من خاماته.

ومن المعتقد أن قدماء المصريين والأشوريين كانوا من أوائل الشعوب التى توصلت إلى اكتشاف فلز الحديد، ويرى العلماء أن هذا الاكتشاف كان مصادفة، وذلك عندما وضع الإنسان بعض الأحجار التى بها نسبة عالية من أكاسيد الحديد، حول الأخشاب المشتعلة فى أثناء إشعاله للنيران للتدفئة أو لتحضير الطعام، وعند تفحم هذه الأخشاب، قام الفحم الناتج منها باختزال أكاسيد الحديد فى هذه الحجارة الساخنة، وسال منها فلز لامع لفت الأنظار.

وعندما كرر الإنسان هذه التجربة توصل إلى اكتشاف طريقة فعالة لاستخلاص الحديد من خاماته الطبيعية، ومازالت هذه الطريقة التى تعتمد على اختزال أكاسيد الحديد بواسطة الفحم مستعملة حتى اليوم وإن اختلفت فى تفاصيلها.

ولم تعرف كيمياء الفلزات بشكلها الحديث، والتى تختص بدراسة خواص الفلزات وطرق استخلاصها من خاماتها وتحضير مركباتها، إلا فى القرن السابع عشر، وإن كانت قد سبقت ذلك بعض المحاولات المماثلة فى بعض الحضارات السابقة.

وقد عرف الإنسان كثيرا من الفلزات بعد ذلك واستحدث طرقا لاستخلاصها من خاماتها، وصنع منها عشرات من السبائك التى تتكون من عدة فلزات ولها صفات أفضل من صفات كل فلز على حدة، ومن أمثلة هذه العناصر التى درج على استخدامها فى حياته اليومية، الحديد والصلب، والألومنيوم، والنحاس والرصاص، والزنك، والقصدير، والفضة، والذهب، والبلاتين، والكوبلت، والنيكل، والكروم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والكلسيوم وغيرها.

الحديد

يعد الحديد من أهم الفلزات التى يستخدمها الإنسان فى حياته الحديثة اليوم، فهو يعد هو والصلب المادة الرئيسية التى تصنع منها الآلات والأدوات

المستخدمة فى الصناعة والزراعة، فمنه تصنع السيارات والقاطرات والجرارات ووسائل النقل الأخرى، كما تصنع منه بعض الأدوات والأجهزة المنزلية، مثل الثلاجات والغسالات. كذلك استخدم حديد الصلب فى بناء بعض الكبارى، وتم إنشاء أول هذه الكبارى فى إنجلترا عام ١٨٥١ ، كما استخدم فى بناء هياكل بعض المبانى وأقيم أولها فى شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٨٠ ، وأقيم برج إيفل بأكمله من الحديد فى باريس بفرنسا عام ١٨٨٩ .

ويتوافر الحديد فى قشرة الأرض، وتصل نسبته فيها إلى نحو٥٪، ولايسبقه فى ذلك إلا الألومنيوم الذى تصل نسبته فى قشرة الأرض إلى نحو ٨٪. ونادرا ما يوجد فلز الحديد فى حالته الحرة، ويغلب أن يوجد على صورة بعض أكاسيده، مثل الهيماتيت والليمونيت والمجنتيت، ويوجد الحديد فى دم الفقاريات فى الهيموجلوبين، وهو المسئول عن نقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم، ولهذا يعد الحديد من أهم الفلزات بالنسبة لحياة الإنسان، وإذا قلت نسبته فى جسم الإنسان، قيل أنه مصاب بالأنيميا.

وقد كان إنتاج الحديد مقصورا على بعض الدول التى سبقت غيرها فى النهضة الصناعية، مثل إنجلترا، وألمانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد السوفيتى السابق، ولكن كثيرا من الدول الأخرى بدأت فى وضع برامج للتصنيع والتنمية خاصة بها، مما اقتضى أن يكون على رأس هذه المشروعات التى تضمنتها برامج التنمية، إنتاج الحديد، فهو عصب الصناعة وعصب الاقتصاد، ولذلك انتشرت صناعة الحديد فى كثير من الدول الأخرى مثل الهند، والصين، واليابان، وجمهورية مصر العربية، وبعض بلدان شرق أوروبا. وقد ترتب على ذلك زيادة إنتاج الحديد على مستوى العالم، وزاد إنتاجه على ٣٠٠ مليون طن فى العام.

ويستخلص الحديد من أكاسيده باختزالها بفحم الكوك الذى يحضر بتسخين الفحم الحجرى بمعزل عن الهواء، ويخلو بذلك من المواد المتطايرة، وتصل نسبة الكربون الثابت فيه إلى نحو ٩٠٪. ويستخدم مع الفحم قدر معين من الحجر الجيرى الذى يتم تكسيره إلى قطع صغيرة متساوية فى الحجم، ويغسل لإزالة ما به من طفل، ثم يجفف، ويساعد الحجر الجيرى على صهر شوائب السليكا الموجودة بالخامة ويحولها إلى ما يعرف بالخبث.

وتتم هذه العملية فى فرن عال قد يصل ارتفاعه إلى نحو ٣٠ مترا، وتبطن جدرانه الداخلية بطبقة سميكة من الطوب الحرارى العازل للحرارة، وتضاف خامة الحديد والفحم والحجر الجيرى من قمة الفرن، على حين يدفع الهواء الساخن الذى تصل حرارته إلى نحو ١١٠٠ْم من فتحات خاصة بقاع الفرن - ولهذا يسمى هذا الفرن أحيانا - «الفرن اللافح».

ويؤدى الهواء الساخن إلى إشعال فحم الكوك مكونا غاز أول أكسيد الكربون، الذى يختزل أكاسيد الحديد إلى فلز الحديد، وينصهر الحجر الجيرى مع الشوائب الرملية بفعل الحرارة العالية مكونا الخبث، وبذلك يحتوى قاع الفرن على طبقتين، السفلى منهما عبارة عن فلز الحديد المنصهر، والعليا عبارة عن طبقة رقيقة من الخبث.

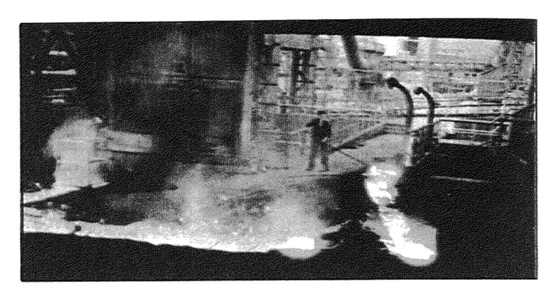
وتفتح فتحة خاصة فى قاع الفرن، كل مدة من الزمن، كى ينساب منها الحديد المنصهر، كما يسحب الخبث من فتحة خاصة أخرى.

ويمكن للفرن العالى أن ينتج نحو ٢٧٠٠ طن من الحديد فى اليوم، ويعرف الحديد الناتج باسم «حديد الزهر Cast Iron»، وتصل نسبة الكربون فيه إلى نحو ٤٪، وهو الكربون الذى اكتسبه من فحم الكوك، ولا يمكن طرق هذا الحديد أو سحبه، كما أنه يحتوى على بعض الشوائب مثل الكبريت، والفوسفور، والسليكون، وهى الشوائب التى كانت توجد فى خامته الأصلية.

وقد يصب حديد الزهر فى قوالب خاصة على هيئة كتل يصل وزن كل منها إلى نحو ٤٥ كيلوجراما، ويطلق عليها اسم خنازير Pigs ، ولهذا يسمى هذا الحديد أحيانا باسم«Pig Iron».

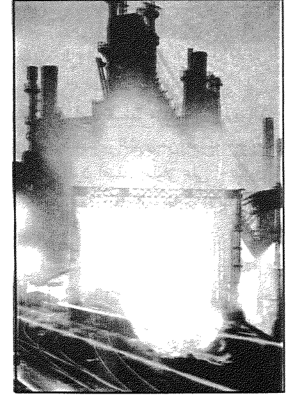
ويستعمل الحديد الزهر فى صنع المسبوكات والتماثيل، والمواسير، وأغطية البالوعات وغيرها، أما الخبث الناتج من الفرن العالى فيستعمل فى صنع نوع من الأسمنت يعرف باسم الأسمنت الحديدى، أو يستعمل فى صنع نوع من الصوف المعدنى العازل للحرارة.

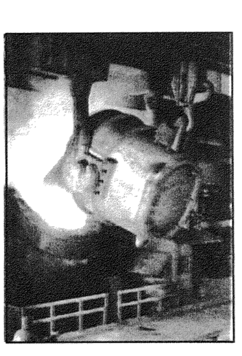
وهناك نوع من الحديد يعرف باسم «الحديد المطاوع Wrought Iron» وهو



يستخدم الحديد وبعض الفلزات الأخرى فى صنع الصلب

الذى يشكل فى مسابك خاصة





فرن الأكسچين لصناعة الصلب، يشبه محول بسمر، ولكن يستعمل فيه غاز الأكسچين لحرق الشوائب وإنتاج صلب عالى الجودة

كما يبـدو من اسمه، قابل لـلطرق والسحب، ويحضّر بتـخليص حديد الزهر من أغلب ما به من الكربون، وبصفة عامـة تصل نسبة الكربون فى الحديد المطاوع إلى أقل من ٢,٠٪ فقط، وهو يستخدم فى تصنيع كثير من المعدات.

الصلب:

يتم تحويل ٩٠٪ من حـديد الزهر المنتج عالميا إلـى صلب، وذلك بالتخلص مما بحديد الزهر من شوائب وتقليل نسبة ما به من كربون.

ويتم تحـويل الحـديد إلى صلب بعـدة طرق، تعرف إحـداها باسم «طريقـة بسمر» نسـبة إلى مبتكرها «هـنرى بسمر Henry Bessemer»، وهو ألمانى الجنسية أصلا ثم تجنس بالجنسيـة الإنجليزية. وقد وصف هذه الطريقة نفسـها رجل أمريكى يدعى «وليم كيلى» عام ١٨٥١، ولكن بسـمر اشترى منه حقوقـها كاملة، وأدخل عليها بعض التحسينات، ولذلك عرفت باسمه.

وتتلخص هذه الطريقة فى صب حـديد الزهر المنصهر فى مـحول خاص له شكل ثمرة الكمثـرى يعرف باسم «محول بسمر»، مـبطنة جدرانه بالطوب الحرارى والجير، ويدفع من قاعه تيار من الهـواء الساخن تحت ضغط مرتفع. ويؤدى الهواء الساخن إلى إحـراق ما بالحديد من شـوائب، فيتطـاير الشرر من قمـته مع بعض الأبخرة البنيـة ثم تتلون هذه الأبخرة المشـتعلة بلون أصفـر دليلا على احتـراق ما بالحديد من منجنيز وسليكون، ثم يتحول اللهب بعد ذلك إلى اللون الأبيض دليلا على احتراق الكربون.

وعندما يتـوقف تصاعـد اللهب من قمة المحـول، يصب الصلب الناتج فى بوادق خاصة على هيئة كتل تعرف باسم Ingots ويطلق عليها أحيانا اسم تماسيح، والصلب الناتج من هذه العملية يخلو من المنجنيـز والسليكون، ولكنه يحتوى على بعض الفوسفور والكبـريت وقليل من الكربون، وهو يتميز بسهولـة قطعه وتشغيله وبقابليته للحام.

وهناك طريقـة أخرى لإنتـاج الصلب تعـرف باسم طريقة «الفـرن المفتـوح» وابتكرها الألمانى «كـارل ولهلم سيـمنس Karl Wilhelm Simens» عام ١٨٥٦، وهى تتلخص فى شحن الحـديد وبعض الحجر الجـيرى فى فرن مكشوف تتـعرض

أرضيتـه للغازات الساخنة الناتجـة من حرق الوقود، وتصل درجة الحـرارة فيه إلى نحو ١٦٠٠ْم. وتستعمل هذه الطريقة حاليا فى صنع أغلب أنواع الصلب في كثير من الدول، وهى تصلح لتحويل حديد الزهر وحديد الخـردة مثل هياكل السيارات وغيرها إلى صلب .

كذلك تصنع أنواع من الصلب المحتوية على نسبة عالية من الفلزات الأخرى بطريقـة الفرن الكهـربائى، وفـيهـا يصهـر الصلب بواسطة أقطاب كـهربائيـة من الكربون، وتصل درجـة الحـرارة فى هذا الفـرن إلى نحو ١٨٠٠ْم، وتقـل نسبـة الأكسچين فى الصلب الناتج.

وهناك طريقة تعرف باسم طريقة فرن الأكـسچين وتعرف كذلك باسم طريقة L.D وهى الأحرف الأولى من أسماء مبتكريها النمساويين «لنز ودوناوتز Linnz of Donewitz» ويستعـمل فيها محول مـثل محول بسمر، ولكن يدفع فيـها تيار من الأكسچين فوق سطح الحديد لحـرق كل الشوائب، والصلب الناتج منها لا يحتوى على النتـروچين وبذلك تكون صـفـاته أفـضل من صـفات صلب بـسمـر؛ لأن النتروچين يجعل الصلب هشا فى بعض الأحيان.

وهناك طريقة تعرف باسم «طـريقة الضغط المخلخل»، ويصهر فـيها الصلب تحت الضغط المخلخل لإزالة ما به من غازات، ثـم يصب الناتج فى غرفة مخلخلة الضغط فيتحول إلى كريات خاليـة تماما من الغازات، وهى تعطى عند تجمعها نوعا من الصلب له صفات طبيـعية وميكانيكية جيدة، ولذلـك يستعمل هذا الصلب فى صنع أعمدة المرفـق فى التوربينات، وفى صنع كريات الصلب المستـعملة فى صنع كراسى المحاور، كما تصنع منه أيضا بعض أجزاء الطائرات وفى سفن الفضاء التى تتعرض لظروف تشغيل قاسية.

ويتم حـاليا إنتـاج أنواع خـاصة من الصلب تتنـوع صفـاتها وخـواصهـا، وتستخدم فى كثير من الأغراض من بينها :

صلب غير قابل للصدأ :

يحتوى على نسبـة من الكروم تجعله غير قابل للصدأ، يسـتخدم فى صناعة الأدوات الجراحية وبعض الأدوات المنزلية، كـما تصنع منه بعض المعدات الصناعية المقاومة للأحماض.

صلب التنجستن:

يحتـوى على كمية قليلة من فلـز التنجستن، يتميـز بدرجة انصهاره العـالية وكذلك بمتـانته حتى قـرب درجة انصهاره، ولذلك فـهو يستـخدم فى صنع آلات القطع والحفر وآلات المناجم، كما تصنع منه بعض المغنطيسات.

صلب المنجنيز:

الصلب المحتوى على نسبة صغـيرة من فلز المنجنيز (١-٢٪)، يتصف بمتانته وصـلابته، وإذا زادت كمية المنجنيز إلى ١٢ ٪ يتكون صلب عالى الصلابة ويقاوم البرى، ولذلك فهو يستخدم فى صنع أسنان آلات الحفر وفى صنع قضبان السكك الحديدية.

صلب النيكل والكروم:

وجود النيكل فى الصلب يقلل من قابليته للتمدد بالحرارة، أما وجود الكروم والنيكل مـعا فى الصلب فـيزيد من صـلابته، ولذلك تصنع منه هيـاكل الدبابات وخوذات الجنود التى لا تخترقها القذائف.

صلب الكوبلت:

صلب يتحمل درجات الحـرارة العالية وتصنع منه آلات القطع وبعض أجزاء التوربينات الغازية وبعض أجزاء الطائرات النفاثة وغيرها وهو صلب لا يصدأ.

صلب الفناديوم والمولبدنيوم:

صلب يتمـيز بقدرته على تحمل العـمل الشاق، وتصنع منه بعض القضـبان والزنبركات وآلات الحفر التى تتعرض لصدمات عنيفة.

الألومنيوم:

فلز أبيض لامع خـفـيف الوزن، ووزنـه النوعى ٢,٦ ، ووزنه الذرى ٢٧ ، وهو قابل للطرق والسحب وموصل جيد للكهرباء، وينصهر عند ٦٥٧°م.

والألومنيوم من أوسع الفلزات انتشارا فى قشرة الأرض، ولا يسبقه فى ذلك من العناصر الأخرى إلا عنصرا الأكسچين والسليكون، وهو يوجد فى مياه البحار بنسبة ٢,٥ جزء فى المليـون، كما يوجد فى عينات الصخور القـمرية بنسبة تصل إلى نحو ١٥٪.

ولا يوجد الألومنيوم فى حالته الحرة، ولكنه يوجد على هيئة أكسيد أو سليكات، وأهم خاماته «البوكسيت Bauxite»، «والكرايوليت Gryolite»، وهو فلوريد مزدوج من الصوديوم والألومنيوم، وأهم مركباته سليكات الألومنيوم المعروفة باسم الطفل والشب وهى كبريتات مزدوجة من الألومنيوم والبوتاسيوم.

ويصعب اختزال أكسيد الألومنيوم بالفحم كما فى صناعة الحديد، ولكن الكيمائى الألمانى «فوهلر Wohler» تمكن عام ١٨٢٥ من تحضير كميات صغيرة من الألومنيوم باختزال أكسيده بواسطة فلز الصوديوم.

وقد نجح شاب أمريكى يدعى «شارل مارتن هول Charles M. Hall» عام ١٨٨٦ فى تحضير فلز الألومنيوم بإمرار تيار كهربائى فى مصهور خليط من البوكسيت والكرايوليت، وفعل ذلك أيضا رجل فرنسى يدعى «بول هيرول Paul Heroult» فى نفس الوقت، ولذلك تعرف هذه الطريقة باسم طريقة «هول - هيرول».

ويحتاج إنتاج الألومنيوم إلى استهلاك قدر كبير من الكهرباء، فيستهلك الكيلوجرام الواحد منه نحو ٢٥ كيلوات من الكهرباء، ولذلك تقام مصانع الألومنيوم بالقرب من المصادر الرخيصة لإنتاج الكهرباء كما فى جمهورية مصر العربية التى تدار فيها مصانع إنتاج الألومنيوم بكهرباء السد العالى.

ويستخدم الألومنيوم فى صنع كثير من الأدوات المنزلية، وإطارات النوافذ وبعض الأبواب، كما يستخدم مسحوق الألومنيوم فى صناعة الطلاء، وفى صنع أنواع خاصة من الطوب المسامى، وقد يضاف إلى بعض اللدائن قبل تشكيلها. كذلك يستخدم المسحوق مع برادة الحديد لصنع خليط «الثرميت» المستخدم فى لحام الفلزات، وفى صنع القنابل الحارقة وصنع بعض السبائك مع السليكون أو النحاس أو الزنك. وتمتاز سبيكة الألومنيوم مع المغنسيوم بمتانتها وخفة وزنها وتعرف باسم «مخناليوم»، وهناك أيضا سبائك أخرى خفيفة الوزن مثل «السيلومين» و«الدورالومين» من الألومنيوم والنحاس والمغنسيوم والمنجنيز والسليكون والحديد وتتميز هذه السبائك بمتانتها؛ ولذلك تستعمل فى صناعة الطائرات والصواريخ وسفن الفضاء وفى بناء المفاعلات النووية.

وفى بعض الأحيان يوجد أكسيد الألومنيوم مختلطا ببعض مركبات العناصر الأخرى فتتكون منه بلورات متعددة الألوان يستخدم بعضها فى صنع الحلى. كذلك يستخدم الشب فى دباغة الجلود وفى صناعة الورق، وفى ترسيخ الألوان على النسيج فى عمليات الصباغة، كما يستخدم فى ترويق المياه فى محطات مياه الشرب.

الرصاص:

فلز رمادى اللون، وزنه الذرى ٢٠٧، وينصهر عند ٣٢٧°م. عرفه الإنسان منذ قديم الزمان واستخدمه الرومان فى صنع أنابيب المياه.

وأهم خامات الرصاص هو كبريتيد الرصاص المعروف باسم «الجالينا» ويحضر منه فلز الرصاص بتحميصه أولا بالحرارة لإزالة ما به من كبريت، ثم اختزاله بالفحم فى الفرن اللافح أو الفرن المكشوف. ويحتوى مصهور الرصاص عادة على بعض الفلزات الأخرى، مثل الذهب والفضة والبلاتين وبعض النيكل والكوبلت، ويتم استعادة هذه الفلزات الثمينة بطرق خاصة، وتصل نقاوة الرصاص إلى نحو ٩٩,٧٪.

ويستخدم الرصاص فى صناعة البطاريات السائلة، وفى صنع بعض السبائك مثل الصفر (النحاس الأصفر)، والبرونز، وسبائك اللحام، كما يدخل فى صناعة الذخائر وحروف الطباعة، ومحاور بعض الآلات، وتصنع منه ألواح للحماية من الإشعاع، ورقائق لتكسية بعض السطوح والقباب، كما تصنع منه بعض الأنابيب.

والرصاص هو الناتج النهائى فى عمليات الاضمحلال الإشعاعى، ولهذا فهو يستخدم فى تأريخ الصخور والمعادن فى قشرة الأرض، أما مركبات الرصاص فتستخدم فى صناعة الزجاج والمطاط وأنواع من الطلاء، كما يضاف رابع إيثل الرصاص إلى الجازولين لمنع الدق فى آلات الاحتراق الداخلى. ومركبات الرصاص عالية السمية، وهى تؤثر على الجهاز العصبى المركزى وعلى الجهاز الهضمى وعلى حركة العضلات.

النحاس:

فلز أحمر اللون، وزنه الذرى ٦٣، وينصهر عند ١٠٨٣°م. عرفه الإنسان منذ ما قبل التاريخ، وصنع منه مع القصدير سبيكة البرونز التى صنع منها الإنسان أدواته المختلفة فى العصر القديم الذى سمى بعصر البرونز .

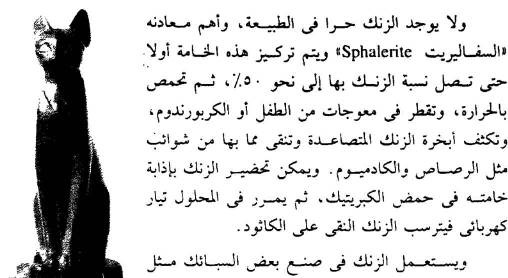
ويندر أن يوجد النحاس حرا، ولكنه يوجد على هيئة الأكسيد أو الكبريتيد، وهو يستخلص من الكبريتيد بواسطة الفرن العاكس Reverberatory، حيث تنعكس حرارة الوقود من سطح الفرن إلى ما به من كبريتيد النحاس الذى ينصهر ثم يفصل عن الخبث، وينقل بعد ذلك إلى محول خاص، ثم يمرر فيه تيار من الهواء لأكسدة الكبريت ويتبقى فلز النحاس المنصهر. ويمكن تنقية النحاس بتعليق شرائح منه فى القطب الموجب لخلية تحليل كهربائى ثم يمرر بها التيار فيترسب النحاس النقى على القطب السالب بها.

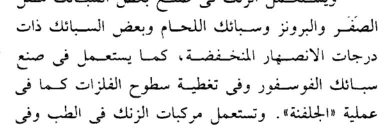
والنحاس فلز متوسط النشاط الكيميائى، وهو يتأكسد فى الهواء الرطب إلى مادة خضراء تعرف باسم «جنزارة النحاس» وتتكون من كربونات النحاس القاعدية. ويدخل النحاس فى صنع كثير من السبائك، مثل سبيكة برونز الألومنيوم، وبرونز المنجنيز، والصفر، والفضة الألمانية، وسبائك الذهب مختلفة العيار، كما يستخدم فى صنع حروف الطباعة. كذلك يستعمل النحاس فى الطلاء بالكهرباء، وفى صنع الأنابيب وأسلاك الكهرباء، وفى سك النقود وصنع الحلى، وبعض أدوات الطهى، كما تستخدم بعض مركباته فى صنع بعض الأدوية والمبيدات وأنواع من الطلاء.

وتوجد آثار من النحاس فى أجسام بعض الكائنات الحية، وهو عنصر هام فى دم القواقع والقشريات. ومركبات النحاس سامة، ولذلك تطلى أدوات الطهى النحاسية بطبقة من القصدير لعزل الطعام عن النحاس، وهى العملية التى نسميها «تبييض النحاس» حيث يتحول لون النحاس الأحمر إلى لون القصدير الأبيض.

الزنك:

فلز أبيض وزنه الذرى ٦٥، وينصهر عند ٤١٩°م. عرفه الإنسان منذ زمن بعيد، وهو يوجد فى قشرة الأرض بتركيز متوسط وبكميات قليلة فى مياه البحار.





تمثال من البرونز من
آثار قدماء المصريين

ولا يوجد الزنك حـرا فى الطبيـعة، وأهم مـعادنه «السفـاليريت Sphalerite» ويتم تركـيز هذه الخـامة أولا حتى تـصل نسبة الزنـك بها إلى نحو ٥٠٪، ثـم تحمص بالحرارة، وتقطر فى معوجات من الطفل أو الكربورندوم، وتكثف أبخرة الزنك المتصاعـدة وتنقى مما بها من شوائب مثل الرصـاص والكادميـوم. ويمكن تحضيـر الزنك بإذابة خامتـه فى حمض الكبريتيك، ثم يمـرر فى المحلول تيار كهربائى فيترسب الزنك النقى على الكاثود.

ويسـتعـمل الزنك فى صنـع بعض السبـائك مـثل الصَفَـر والبرونز وسـبائك اللحـام وبعض السـبائك ذات درجات الانصـهار المنخـفضـة، كمـا يستعـمل فى صنع سبـائك الفوسـفور وفى تغطيـة سطوح الفلزات كـما فى عملية «الجلفنة». وتستعمل مركبات الزنك فى الطب وفى صنع بعض مستحضرات التجميل، وبعـض أنواع من الطلاء، كما يستعمل بعضها فى عمليات التحليل الكهربائى. وللزنك دور هام فى نمو النباتات.

المغنسيوم:

فلز أبيض وزنه الذرى ٢٤، وينصـهر عند ٦٥١°م، وهو ثالث العنـاصر من حيث وفرته فى قشرة الأرض، كما توجد مـركباته فى مياه البحار وبعض الينابيع. ولا يوجد الفلز حرا فى الطبيعة، ولكنـه يدخل فى تركيب الصخور والمعادن، مثل الدولوميت والمغنسيوم وبعض السليكـات. كـذلك تصـل نسبـة المغنسيوم فى ميـاه البحار إلى نحو ١٠ ٪ من كمية الأملاح الذائبة فى هذه المياه، ولذلك فهو يحضر منهـا بترسـيبه أولا على هيئة الهـدروكسيد ثم إذابتـه فى حـمـض الهدروكلوريك وتحليل كلوريد المغنسـيوم الناتج فى خليـة كهربائـية ثم يجمع الفلـز المتكون حول القطب السالب.

ويستعمل المغنسـيوم فى صنع سبائك خفيفـة مع كثير من الفلزات، وبعض هذه السبائك شديد الصلابة وتنافس الصلب فى متانتها، وهى تستعمل فى البناء،

وفى صنع هياكل السيارات والطائرات وبعض الأدوات المنزلية. كذلك تستعمل مركبات المغنسيوم فى صناعة النسيج وفى صناعة الحراريات، ويدخل المغنسيوم فى صنع الذخائر وبعض حروف الطباعة.

ويلعب المغنسيوم دورا هاما فى عالم النبات، فهو يدخل فى تركيب مادة الكلوروفيل الخضراء، التى توجد فى أوراق النباتات، والمسئولة عن عملية التمثيل الضوئى التى يصنع منها النبات المواد الكربوهدراتية وغيرها من المواد التى يحتاج إليها النبات فى حياته، وتعتمد عليها كذلك حياة الحيوان والإنسان.

الذهب:

فلز أصفر لامع، وزنه الذرى ١٩٧، وينصهر عند ١٠٦٣°م. وغالبا ما يوجد الذهب حرا فى الطبيعة، ولكنه لا ينتشر فى قشرة الأرض، وقد يوجد فى مجارى الأنهار الضحلة، أو فى عروق الكوارتز، أو فى خامات الفضة والنحاس والرصاص.

ويستخلص الذهب مما به من شوائب بواسطة الإلغام، أى بالاتحاد مع الزئبق، ثم يسخن الملغم المتكون فى بوادق من الحديد، فيتقطر الزئبق تاركا خلفه كتلة إسفنجية لامعة من الذهب. وقد يستخلص الذهب بطريقة السيانيد، فيعالج الذهب فيها بمحلول سيانيد البوتاسيوم، ثم يرسب منه بواسطة الزنك.

وقد استعمل الذهب فى سك النقود، وهو يعد حاليا مقياسا لحركة النقد العالمية، ورمزا لقوة اقتصاد الدولة التى تملكه كغطاء لنقدها. كذلك يستخدم الذهب فى صنع الحلى وفى طب الأسنان، وفى الجراحة، وفى صنع الإبر الصينية، وبعض أجزاء من الأجهزة الإلكترونية، وكذلك فى الطلاء بالكهرباء لمقاومته العالية للتأكسد والصدأ. ويستخدم نظير الذهب المشع فى علاج الأورام.

وقد عرف الذهب منذ زمن بعيد، فقد استخرجه المصريون القدماء من باطن الأرض منذ نحو ٥٠٠٠ سنة، وصنعوا منه بعض الحلى وبعض أقنعة الموتى، مثل القناع الذهبى لتوت عنخ آمون.

القصدير:

فلز أبيض، وزنه الذرى ١١٨، وينصهر عند ٢٣٢ْم. عرفه الإنسان منذ زمن بعيد، وخامته الرئيسية «الكاسيترايت». يدخل فى تكوين كثير من السبائك مثل الصَفَر، والبرونز، وسبائك حروف الطباعة وسبيكة اللحام، كما يستعمل فى تكسية سطوح الفلزات لحمايتها من التأكسد، وفى صناعة النسيج والزجاج وبعض مساحيق الصقل والتلميع.

النيكل:

فلز أبيض، وزنه الذرى ٥٨، وينصهر عند ١٤٥٥ْم. لا يوجد حرا فى الطبيعة ويوجد مختلطا بالحديد فى مركز الأرض، كما يوجد حرا فى النيازك التى تسقط على سطح الأرض من الفضاء الخارجى. يستعمل النيكل فى كثير من الصناعات الكيميائية، وفى الطلاء بالكهرباء، وفى سك النقود، كما يستخدم فى صنع الحلى وبعض المعدات الكهربائية، وهو يدخل فى تركيب كثير من السبائك فيعطيها نوعا من الصلابة ويزيد من مقاومتها للصدأ والتآكل، ويزيد كذلك من قدرتها على توصيل الكهرباء.

البلاتين:

فلز أبيض، وزنه الذرى ١٩٥، وينصهر عند ١٧٦٩ْم. ويوجد عادة حرا فى الطبيعة ولكنه نادر إلى حد ما. يستعمل البلاتين حافزا فى كثير من التفاعلات الكيميائية وخاصة فى تفاعلات الاختزال، وتستعمل سبائكه مع بعض الفلزات الأخرى فى صنع المغنطيسات، وبعض المعدات الكهربائية والإلكترونية، وكذلك فى صنع الأوزان القياسية التى تستعمل فى التحليل الرقمى، وفى صنع المقاييس العيارية، وبعض أدوات الجراحة والآلات الدقيقة. ويستخدم البلاتين فى صنع الحلى وفى الطلاء بالكهرباء، وفى صنع بعض الأجهزة التى تتعرض لدرجات حرارة عالية، لارتفاع درجة انصهار الفلز ومقاومته العالية للتأكسد.

الكروم:

فلز رمادى اللون، وزنه الذرى٥٢، وينصهر عند ١٨٩٠م. مصدره الرئيسى خامة الحديد والكروم. يستعمل فى الطلاء بالكهرباء؛ لأنه يعطى سطحا لامعا ولا يقبل التأكسد، كما يستعمل فى صنع الصلب فيزيد من صلابته كما يجعله غير قابل للصدأ.

الكوبلت:

فلز رمادى مشرب ببعض الحمرة، وزنه الذرى ٥٩، وينصهر عند ١٤٩٥م. ويوجد فى بعض المعادن على هيئة كبريتيد أو أرسنيد. ويستعمل فى صنع أدوات الجراحة وبعض أدوات القطع الحادة. وتستعمل أملاحه فى تلوين الزجاج والبورسلين باللون الأزرق، كما يستعمل نظيره المشع فى التشخيص الإشعاعى وفى علاج الأورام الخبيثة.

المنجنيز:

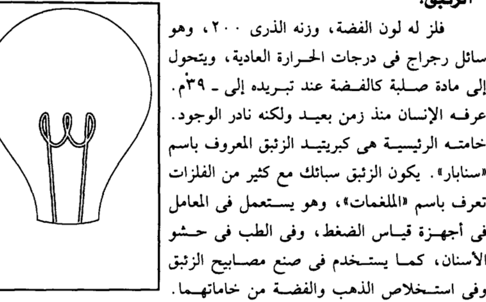
فلز أبيض رمادى. وزنه الذرى ٥٥، وينصهر عند ١٢٤٥م. ينتشر وجوده فى قشرة الأرض وخامته الرئيسية هى البايرولوزيت. وسبائك المنجنيز مع النحاس والنيكل لها أهمية خاصة فى الصناعة، ويستعمل المنجنيز فى صنع أنواع خاصة من الصلب، على حين يستخدم أكسيده فى عمليات الأكسدة، وفى تلوين الزجاج والحراريات.

الفضة:

فلز أبيض وزنه الذرى ١٠٨، وينصهر عند ٩٦٠م. عرف الإنسان الفضة منذ زمن بعيد، وقد يوجد الفلز حرا أو متحدا بغيره من العناصر فى خامات الذهب، والرصاص، والنحاس، والزنك، والنيكل، كما يوجد فى معادن الأرجنتايت والسيرارجيزايت.

وتستعمل سبائك الفضة فى سك النقود، وفى صنع الحلى، وفى الطب، كما تستخدم الفضة مع غيرها لصنع أنواع خاصة من الصلب، وفى صناعة المرايا، وتصنع منها أدوات المائدة مرتفعة الثمن. وتستعمل بعض أملاح الفضة مثل بروميد الفضة فى التصوير الضوئى.

الزئبق:



يستخدم فلز التنجستين فى صنع فتيل المصباح الكهربائى

فلز له لون الفضة، وزنه الذرى ٢٠٠، وهو سائل رجراج فى درجات الحرارة العادية، ويتحول إلى مادة صلبة كالفضة عند تبريده إلى - ٣٩°م. عرفه الإنسان منذ زمن بعيد ولكنه نادر الوجود. خامته الرئيسية هى كبريتيد الزئبق المعروف باسم «سنابار». يكون الزئبق سبائك مع كثير من الفلزات تعرف باسم «الملغمات»، وهو يستعمل فى المعامل فى أجهزة قياس الضغط، وفى الطب فى حشو الأسنان، كما يستخدم فى صنع مصابيح الزئبق وفى استخلاص الذهب والفضة من خاماتهما. وكذلك يدخل الزئبق فى صنع أنواع من الصابون الطبى وفى بعض المراهم. وتستعمل مركبات الزئبق فى كثير من الأغراض، فيستخدم بعضها فى صنع مبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات، ويدخل بعضها الآخر مثل فلمنات الزئبق فى صنع الذخائر.

ومركبات الزئبق شديدة السمية، وهى تؤثر على الجهاز العصبى المركزى. كذلك يجب تجنب ملامسة الزئبق أو استنشاق أبخرته.

فلزات هامة أخرى:

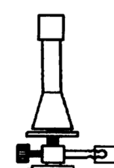
هناك فلزات أخرى كثيرة لها أهمية خاصة فى بعض الصناعات فيستعمل المولبدنيوم مثلا فى صناعة أنواع خاصة من الصلب تستخدم فى صنع الغلايات ومواسير البنادق، كما يدخل فى صنع بعض صمامات الراديو والأجهزة



الألعاب النارية مثال لاستخدام برادة بعض الفلزات ومركباتها

الإلكترونية. كذلك **الزركونيوم** فلز يقارب الصلب فى متانته، وهو يقاوم الأحماض، وتصنع منه آلات الثقب، كما يستخدم فى صنع الزجاج المقسى وبعض معدات المحطات النووية. **والتيتانيوم** كذلك فى متانة الصلب، ويدخل فى صنع كثير من السبائك وفى صنع محركات النفاثات، كما يستعمل أكسيده فى صنع الطلاء الأبيض. ويكون **التنجستن** مع الحديد سبائك شديدة الصلابة، تستعمل فى صنع صفائح التدريع وآلات القطع، كما تصنع منه أسلاك المصابيح الكهربائية، أما **الفناديوم** فيدخل فى التكنولوچيا النووية وفى صناعة الصلب، كما يستخدم **الكادميوم** فى صنع السبائك ذات درجات الانصهار المنخفضة، وفى صنع البطاريات، وأشباه الموصلات والشاشات الفلورية. ويستخدم **الكالسيوم** فى صناعة الأسمنت والزجاج ومعاجين الأسنان، كما يدخل فى تركيب العظام والأصداف، وهو يكون نحو ٢٪ من وزن جسم الإنسان. وقد استعمل **الجرمانيوم** حديثا فى صناعة الترانزستورات التى تدخل فى تركيب أجهزة الراديو والتلفزيون وبعض الأجهزة الإلكترونية الأخرى.

وهكذا نجد أن الفلزات، حتى تلك التى لم نذكرها هنا، لها أثر كبير فى حياة الإنسان، فقد ساعدته فى تقدمه العلمى والحضارى كما ساعدته السبائك الناتجة منها على ارتياد مجالات جديدة لم يكن من الممكن ارتيادها من قبل، مثل مجالات استكشاف الفضاء بواسطة الصواريخ وسفن الفضاء، وصناعة الحاسبات الآلية وبعض الأجهزة الإلكترونية الأخرى بالغة التعقيد، كما ساعدته كذلك على استخدام أساليب متقدمة فى مجالات الصناعة والزراعة، وفى كل مناحى حياته اليومية.



الباب الرابع

الكيمياء واللافلزات

- الأكسچين والنتروچين

- الفوسفور والكربون

- الكبريت ومركباته

- الهالوچينات ومركباتها

- السليكون ومركباته



الأكسچين والنتروچين

اللافلزات بأنواعها المختلفة لها دور هام فى حياة الإنسان، فمنها تتكون أغلب المواد الهامة التى يعيش عليها الإنسان. ومن أمثلة ذلك الهواء الجوى الذى نتنفسه فهو يتكون من غازين أساسيين من مجموعة اللافلزات، وهما الأكسچين والنتروچين.

والأكسچين لافلز حيوى لا تستطيع الكائنات الحية الاستغناء عنه، فهو يساعد على إمداد أجسامنا بالطاقة اللازمة للحياة، وهو يسرى فى أجسامنا مع تيار الدم وتحمله الكريات الحمراء ليصل إلى كل خلية من خلايانا، وليشترك فى مئات من التفاعلات الكيميائية التى تدور فيها وليبعث فيها الحياة، فالخلايا إن لم يصلها غاز الأكسچين ماتت ومات معها الكائن الحى.

كذلك يدخل الأكسچين مع غيره من اللافلزات، فى تركيب كثير من المواد الكيميائية الهامة التى تعتمد عليها حياة الإنسان والتى تكون جزءا هاما من أجسامنا مثل المواد الكربوهدراتية والدهون والبروتينات، كما أنه يدخل فى تركيب الأحماض النووية التى تحمل الصفات الوراثية فى الإنسان وفى غيره من الكائنات الحية، وتنقل هذه الصفات من جيل إلى جيل، بالإضافة إلى أنه يدخل كذلك فى تركيب مواد أخرى كثيرة لها دور هام فى حياة الإنسان مثل الڤيتامينات والهرمونات والأملاح وما شابهها.

ويضاف إلى ذلك أن الأكسچين يكون مع لا فلز آخر، وهو الهدروچين، مركبا هاما لا يمكن للكائنات الحية ومنها الإنسان أن تحيا فى غيابه عنها، وهو الماء. فالماء يكون نحو ٦٠٪ من جسم الإنسان، وتصل نسبته فى الدم إلى نحو ٩٥٪ أو أكثر، وهو ينظم درجات الحرارة فى البيئة المحيطة بالإنسان، كما أنه يعد الوسط الرئيسى فى الخلية الحية الذى تدور فيه كل تفاعلاتها الكيميائية ونشاطها الحيوى.

كذلك يمثل غاز النتروچين الموجود بالهواء عاملا هاما بالنسبة لحياة الإنسان، فهو يدخل فى تركيب البروتينات والإنزيمات التى تحفز التفاعلات الكيميائية التى تدور فى خلايانا، كما يدخل فى تركيب القواعد العضوية الموجودة بالأحماض النووية والتى يؤدى ترتيبها على طول سلسلة الحمض النووى إلى تحديد الصفات الوراثية للكائن الحى.

ويدخل كل من الأكسچين والنتروچين فى تركيب كثير من المركبات النافعة فى حياتنا والتى تحتاجها الصناعة والزراعة، مثل حمض النتريك وأملاح النترات وحمض الكبريتيك وأملاح الكبريتات، بالإضافة إلى عديد من المركبات التى تستعمل لإبادة الحشرات ومكافحة الآفات، وكثير من المخصبات الزراعية التى تزيد من إنتاج المحاصيل الزراعية وتساعد على توفير غذاء الإنسان.

الفوسفور والكربون:

الفوسفور لافلز آخر له أهمية خاصة فى حياتنا، فهو يدخل فى تركيب الأحماض النووية، ويمثل عنصر الوصل بين وحدات السكر فى جزيئاتها. كذلك يشترك الفوسفور فى بناء الهيكل العظمى للإنسان، كما أنه يدخل فى تركيب كثير من المخصبات الزراعية الفوسفورية، ويدخل أيضا فى تركيب كثير من مبيدات الحشرات والآفات، كما تضاف بعض أملاحه، مثل البولى فوسفات، إلى المنظفات الصناعية للمساعدة على تحسين خواصها المنظفة.

ويعد عنصر الكربون من أهم اللافلزات الموجودة على سطح الأرض، فهو يمثل وحدة البناء الأساسية فى تركيب كل المركبات العضوية التى نعرفها، والتى تدخل فى تركيب أجسامنا، ويتكون منها غذاؤنا، وتعتمد على وجوده كل أصناف الحياة بأشكالها المختلفة التى تعيش على سطح الأرض.

وعندما يتحد الكربون بالأكسچين يتكون منهما مركب بسيط هو ثانى أكسيد الكربون، وهذا الغاز على درجة عالية من الأهمية فهو حجر الأساس فى تكوين كل المادة العضوية الموجودة على سطح الأرض، وهو الذى تستخدمه النباتات الخضراء لتصنع منه ومن الماء فى وجود ضوء الشمس كل ما يلزمها من المركبات العضوية التى تستخدمها هى فى حياتها، والتى تعتمد عليها كذلك حياة الحيوان والإنسان. كذلك فإن هذا الغاز يحافظ على حرارة الأرض ويمتع جزءا كبيرا من حرارة الشمس من الارتداد إلى الفضاء الخارجى، وبذلك يجعل الأرض صالحة لحياة الإنسان، كما أن هذا الغاز يتحد ببعض العناصر الأخرى مكونا كثيرا من الكربونات، ومنها الحجر الجيرى الذى يستعمل فى البناء.

وأهم ما يميز ذرات الكربون هى أنها تتصل معـا لتكون سلاسل مستقيمة أو متفرعة، أو تلتف على نفسها مكونة حلقات. وقد تتصل ذرات الكربون فيما بينها برباطات أحادية فتكون ما نسميه بالمركبات المشبعة، أو تصل بينها رباطات ثنائية أو ثلاثية لتعطى مركبات غير مشبعة.

-C-C-C-C- (سلسلة مستقيمة مشبعة) — حلقة مشبعة — -C = C- -C = C- (مركبات غير مشبعة)

سلسلة مستقيمة مشبعة　　حلقة مشبعة　　مركبات غير مشبعة

وقد تتحد ذرات الكربون مع الهيدروچين فقط فتتكون منهما مركبات تعرف باسم «الهدروكربونات»، وهى مـركبات هامة يتكون منها الغاز الطبـيعى والبترول ومقطراته مثل الجـازولين والكيروسين وشمع البارافـين. ومن هذه الهدروكربونات المركب الحلقى المعروف باسم «البنزين» وهو أول أفراد مجمـوعة هامة من المركبات تعرف باسم المركبات الأروماتية، ومن أمـثلتها الفينول والنفتالين، وهى تدخل فى تركيب أصناف عديدة من الأصباغ واللدائن والأدوية وغيرها.

وعندما تتـحد ذرات الكربون بالهـدروچين والأكسچـين معا، تـتكون منها مركبات أخرى هامـة مثل الكحولات والكيتونات التى تستعـمل كمذيبات، ومثل الأحمـاض التى تتحد بالكحـولات أو بالجلسرين لتكون بعض الشـموع والزيوت والدهون. كـذلك تتـكون من هذه العناصـر الثـلاثة كـل مـا نعـرفـه من مـواد كربوهدراتية مثل السكر والنشا والسليـولوز وغيرها. وعندما ينضم النتروچين إلى هذه المجمـوعة السـابقة تتكون منهـا البروتينـات والإنزيمات والأحمـاض النووية وغيرها.

ويتضح من ذلك أن الكربون يدخل فى تركيب مجموعـة كبيرة من المركبات العضـوية النافعـة للإنسان، وسـيأتى ذكر كـثيـر منها فى الأبواب التالـية فى هذا الكتاب.

الكبريت ومركباته:

يوجد الكبريت حرا فى بعض الأماكن فى قشـرة الأرض، كما يوجد متحدا بكثير من العناصر على هيئة كبريتات وكبريتيدات وغيرها. ويستخرج الكبريت من



رواسبه بطريقة تعـرف باسم «طريقة فراش» «Frash» وذلك بدفع البخار عن طريق أنابيب خـاصة إلى هذه الرواسب، فيـنصهر الكبـريت ويصعـد عن طريق أنابيب أخرى إلى سطح الأرض، وغالبا ما يكون هذا الكبريت على درجة لا بأس بها من النقاوة.

ويستخدم أغلب الكبريت الناتج فى تحضـير حمض الكبريتيك، وهو مركب ذو أهمية خاصــة فى الصناعة، ويحضر الحمض بأكسدة الكبـريت إلى ثانى أكسيد الكبـريت، ثم إلى ثالث أكسـيد الكبـريت الذى يمتص بعـد ذلك فى الماء مكونا حمض الكبريتيك. وتتم هذه العملية إما فى غرفة من الرصاص لأنه لا يذوب فى الحمض بسبب تكون طبقة من كبريتات الرصاص على سطحه، أو بطريقة التلامس التى يتحـد فيها ثانى أكسـيد الكبريت بأكسـجين الجو على سطح عامـل حفز من أكسيد الفناديوم.

ويستعــمل حمض الكبريتيك فى صـناعة المخصبات الزراعـية، وفى تنظيف سطح الفلزات كمـا فى صناعة الصلب، كما يستـخدم فى إزالة المواد غير المشـبعة والمواد الأروماتيــة من مقطرات البترول، وفى صنع أليـاف الرايون وبعض المنظفات الصناعية والأصباغ وغيرها.

وتستـعمل أملاح الكبريتـات فى كثيـر من الأغراض، فتسـتخدم كبـريتات الصوديوم كـمادة مـسهلة فى الطب تحت اسم «الملح الإنجلـيزى»، كمـا تستـخدم كـبريتـات الباريوم وكـبـريتات الرصـاص فى صنع أنواع من الطلاء، على حـين تستخدم كبريتات الأمومنيوم فى إخصاب التربة الزراعية ومدها بالنتروچين. كذلك تستخدم كبريتات النيكل فى الطلاء بالكهرباء، وكبريتات الحديدوز فى الكشف عن الأيونات فى عمليـات التحليل، وكبريتـات الألومنيوم والبوتاسيوم المـعروفة باسم «الشب» فى تنقية المياه الصالحة للشرب.

أما الكبريتيدات فهى تكون كثيرا من الخامات، مثل كبريتيد الزئبق السنابار، وكبريتيد النحاس «بـايريت النحاس»، كما يستخدم كبريتيد البـاريوم والتيتانيوم فى صنع الطلاء. وهناك أمـلاح أخـرى من أملاح الكبـريت لهـا منافع أخرى، مـثل ثيوكـبريتات الصوديوم التى تسـتعمل فى التصـوير الضوئى، وكبريتـيت الصوديوم الذى يستخدم فى تحضير لب الخشب والسليولوز.

وهناك كذلك مركبات عضوية للكبريت مثل الثيوفينولات ومركبات السلفوكسيد والسلفون وأحماض السلفونيك ويدخل كثير منها فى تركيب الأصباغ والمنظفات والأدوية وغيرها.

وتوجد بعض مركبات الكبريت العضوية فى أجسام الكائنات الحية من نبات وحيوان، ويحصل النبات على الكبريت من التربة الزراعية على هيئة أملاح الكبريتات، ويصنع منها ما يحتاجه من مركبات الكبريت العضوية، ويحصل الإنسان على الكبريت عند تناوله للنباتات.

وأهم مركبات الكبريت التى توجد بأجسام الكائنات الحية هى الأحماض الأمينية المحتوية على ذرات من الكبريت، مثل «السستايين» والميثايونين وهى وحدات بنائية هامة فى جزيئات البروتينات وفى بعض الإنزيمات.

وتبقى هذه المركبات المحتوية على الكبريت فى جسم الكائن الحى طوال حياته، ولكنه عندما يموت تنحل هذه المركبات بواسطة البكتريا وينطلق منها الكبريت على هيئة كبريتيد الهيدروچين. وقد يتحول كبريتيد الهيدروچين فى التربة إلى كبريت أو كبريتات تبعا للظروف السائدة فى هذه التربة.

عندما تؤدى عمليات تحلل النباتات وأجسام الحيوانات إلى تكوين كميات كبيرة من غاز كبريتيد الهدروچين، يتصاعد جزء منه إلى الهواء ويسبب كثيرا من الأضرار للبيئة المحيطة بمواقع التحلل، فرائحته تشبه رائحة البيض الفاسد، وهو يسبب تآكل الفلزات وتلف جدران المبانى. كذلك يذوب جزء من هذا الغاز فى الماء مما يؤدى إلى استنفاد غاز الأكسچين الذائب فى هذه المياه وهلاك أعداد كبيرة من الأسماك والكائنات البحرية الأخرى. وإذا كانت مياه البحر بها نسبة ما من أملاح الحديد، فإنها تتحد مع غاز كبريتيد الهيدروچين مكونة كبريتيد الحديد أسود اللون، ويقال إن البحر الأسود الذى يقع بين تركيا وروسيا تبدو مياهه سوداء اللون بسب انتشار جسيمات دقيقة من كبريتيد الحديد فيها.

ولهذه المركبات العضوية المحتوية على الكبريت التى توجد فى أجسام الكائنات فوائد جمة، فالسستايين مثلا يعد مصدرا للكبريتات فى العمليات الحيوية التى تجرى فى خلايا الجسم كما يعد الميثايونين مصدرا لمجموعة المثيل.

كذلك قد تعطى هذه المركبات لبعض النباتات طعما مميزا ورائحة خاصة، ومثال ذلك البصل والثوم، فهما يحتويان على مركب «كبريتيد ثنائى الآليل» وهو الذى يعطيهما رائحتهما وطعمهما المعروفين.

$CH_2 = CH.\ CH_2 - NCS$ $\qquad$ $CH_2 = CH.\ CH_2 \text{-S-} CH_2 .\ CH = CH_2$

أيسوثيوسيانات الآليل $\qquad$ كبريتيد ثنائى الآليل

كذلك تحتوى بعض مشهيات الطعام، مثل الفجل وزيت الخردل على مركب كبريتى يعرف باسم «أيسوثيوسيانات الآليل»، وهو الذى يعطى المستردة طعمها الحريف.

وتحتوى بعض الأعشاب البحرية على مركب «كبريتيد ثنائى المثيل» كما تحتوى الفطريات التى تسبب تعفن الخشب على مركب مثيل مركبتان الذى سريعا ما يتأكسد فى الهواء إلى «ثنائى كبريتيد ثنائى المثيل».

$CH_3\,SH \xrightarrow{O} CH_3\,S - S - CH_3$ $\qquad$ $CH_3\,S - CH_3$

مثيل مركبتان $\qquad$ ثنائى كبريتيد ثنائى المثيل $\qquad$ كبريتيد ثنائى المثيل

كذلك يطلق حيوان الظربان من غدة فى مؤخرة جسده، أحد مركبات الكبريت كريهة الرائحة عند شعوره بالخطر ولدفع العدوان عليه، ويعرف هذا المركب باسم ثنائى «كبريتيد البيوتيل والأيسو أميل».

$$CH_3\,(CH_2)_3 - S - S - (CH_2)_3\ .\ CH\,CH_3)_2$$

ثنائى كبريتيد البيوتيل والأيسو أميل

وهناك كثير من مركبات الكبريت التى توجد فى بعض النباتات، فيوجد «مثيل سستايين» فى الفاصوليا، كما توجد بعض السلفوكسيدات $(R_2\,S = O)$ فى الكرنب وفى غيره من النباتات. كذلك تحتوى بعض البذور على السلفونات $(R_2\,S\,O_2)$، ويوجد «مثيل سلفون» فى بعض السراخس وفى دماء الماشية. أما أحماض السلفونيك مثل حمض «ميثان سلفونيك» $(CH_3\,SO_3\,H)$ فيوجد متحدا بكثير من القلوانيات فى بعض النباتات.

ويدخل الكبريت فى تركيب بعض المنتجات الطبيعية الهامة مثل «البنسلين» الذى تفرزه بعض الفطريات، ويدخل كذلك فى تركيب بعض الفيتامينات مثل «البيوتين» والثيامين (فيتامين ب ١)، كما يدخل فى تركيب بعض المنظفات الصناعية وبعض الأدوية مثل مركبات السلفا وغيرها.

الهالوجينات ومركباتها

تحتوى مجموعة الهالوجينات على أربعة لافلزات هامة هى الفلور والكلور، وهما غازان فى درجة الحرارة العادية، والبروم وهو سائل بنى ضارب إلى الحمرة، ثم اليود وهو مادة جامدة دكناء اللون ولها بخار بنفسجى اللون.

ويتصف أفراد هذه المجموعة بالنشاط الكيميائى، ولذلك فهى كثيرا ما تستخدم فى عمليات التخليق الكيميائى، وفى تحضير كثير من المركبات التى تستعمل فى مختلف المجالات.

والمركبات غير العضوية للهالوجينات هى المركبات التى ترتبط فيها ذرة الهالوجين بفلز أو لافلز خلاف الكربون، أما مركبات الهالوجينات العضوية، فهى المركبات التى تتصل فيها ذرة الهالوجين مباشرة بذرة من ذرات الكربون.

مركبات الكلور:

يعتبر غاز الكلور ممثلا لأفراد هذه المجموعة، ولذلك نجد أن مركبات الكلور هى أكثر مركبات الهالوجينات انتشارا، وأكثرها استعمالا بواسطة الإنسان فى حياته اليومية.

وأحد مركبات الكلور الهامة هو كلوريد الصوديوم، الذى يوجد على كل مائدة، ويعرف باسم ملح الطعام. ويتم الحصول على كلوريد الصوديوم من مياه البحار، حيث تبلغ نسبته فيها نحو ٧٠ ٪ من مجموع الأملاح الذائبة فى هذه المياه. وعادة ما تخزن طبقة رقيقة من ماء البحر فى مساحة منفصلة من الأرض تعرف بالملاحات، وتترك هذه المياه لتتبخر بتأثير حرارة أشعة الشمس، ثم يجمع الملح الناتج وينقى.

ولا يمكن الاستغناء عن الملح، فهو يعطى الطعام مذاقا خاصا حتى أنه يقال أنه يصلح الطعام. وكذلك يعد كلوريد الصوديوم مصدرا رئيسيا لتحضير حمض الهدروكلوريك ولتحضير فلز الصوديوم وغاز الكلور، وكذلك كربونات الصوديوم وهدروكسيد الصوديوم.

وحمض الهدروكلوريك حمض هام، فهو يوجد فى معدة الإنسان ويساعد على هضم الطعام، كذلك هو واحد من الأحماض المعدنية الثلاثة التى لا يستغنى عنها فى التفاعلات الكيميائية أو فى الصناعة، فهو يستعمل فى تحميض المحاليل ومعادلة القلويات، وفى ترسيب الأحماض العضوية من محاليلها، وفى استخلاص القلوانيات من النباتات، كما يستخدم فى تنظيف سطوح المعادن من الصدأ والشوائب، وفى تكوين كثير من الأملاح الهامة وغير ذلك من الأغراض. ويحضر الحمض بتسخين كلوريد الصوديوم مع حمض الكبريتيك، كما يمكن تحضيره بالاتحاد المباشر بين غاز الكلور وغاز الهدروچين.

ويستخدم كلوريد الصوديوم كذلك فى تحضير غاز الكلور وهدروكسيد الصوديوم، فعند إمرار تيار كهربائى فى محلول مائى من كلوريد الصوديوم، تتجه أيونات الكلور السالبة نحو القطب الموجب (الأنود)، أما أيونات الصوديوم الموجبة فتتجه نحو القطب السالب (الكاثود)، وهناك تتحد هذه الأيونات بالماء لتكون هدروكسيد الصوديوم.

والكلور الناتج فى هذه العملية، يستعمل فى تحضير كثير من المركبات العضوية كما سنرى فيما بعد. أما هدروكسيد الصوديوم فهو مركب هام يعد أحد ركائز الصناعات الثقيلة، فهو يستعمل فى عمليات الإذابة والترسيب وفى معادلة الأحماض وفى صناعة الأدوية، والصابون، والفسكوز وغيرها، كما يستعمل فى صناعة البترول لإزالة ما بالمقطرات من مواد حمضية وبعض مركبات الكبريت غير المرغوب فيها.

أما إذا أمر تيار كهربائى فى مصهور كلوريد الصوديوم، فإن نواتج التحليل تكون غاز الكلور الذى يظهر عند الأنود، وفلز الصوديوم الذى يتجمع عند الكاثود، ويستخدم فلز الصوديوم الناتج من هذه العملية فى التخليق الكيميائى وفى صناعة الأدوية وبعض المبيدات، كما يستخدم فى تنظيم حرارة المفاعلات النووية المولدة للكهرباء.

كذلك يستخدم كلوريد الصوديوم فى تحضير مادة هامة أخرى، هى كربونات الصوديوم. وأول من حضرها طبيب فرنسى يدعى «نيكولاس لبلان» (١٧٤٢ - ١٨٠٦)، بتسخين كلوريد الصوديوم مع حمض الكبريتيك، ثم تسخين المادة الناتجة مع الفحم والحجر الجيرى.

وقد طورت هذه الطريقة فيما بعد على يد كيميائى بلجيكى يدعى «إرنست سولفاى»، الذى عالج كلوريد الصوديوم بالنشادر ثم بثانى أكسيد الكربون لتكوين بيكربونات الصوديوم التى تعطى كربونات الصوديوم عند تسخينها.

ويدخل الكلور فى تركيب كثير من المركبات غير العضوية الأخرى التى تستخدم فى عديد من الأغراض. ومن أمثلة هذه المركبات هيبوكلوريت الصوديوم الذى يستعمل فى قصر الألوان، وكلوريد القصديرور الذى يستعمل عاملا مختزلا فى بعض التفاعلات، كما يستخدم فى ترسيب بعض الأمينات. وهناك أيضا كلوريد الحديديك وكلوريد الألومنيوم اللذان يستعملان فى ترسيخ أنواع من الأصباغ على النسيج، كما تستعمل أملاح الكلورات وفوق الكلورات فى صناعة بعض المفرقعات وفى عمليات الأكسدة. أما هاليدات الفوسفور مثل ثلاثى كلوريد الفوسفور، وخماسى كلوريد الفوسفور، وأوكسى كلوريد الفوسفور، فلها أهمية خاصة فى عمليات التخليق الكيميائى فى صناعات الدواء، والمبيدات وبعض كيميائيات الحرب. هذا ويستعمل غاز الكلور نفسه فى قصر الألوان وفى تنقية المياه.

وتتعدد مركبات الكلور العضوية التى يستخدمها الإنسان فى مختلف الأغراض، فمنها المذيبات، ومنها مواد تستعمل فى التنظيف الجاف، ومنها المبيدات أو مواد تدخل فى تكوين الأدوية أو فى تصنيع أنواع من اللدائن وغيرها.

وأول ما عرف من مشتقات الكلور العضوية مركب «ثنائى كلورو إثيلين»، وقام بتحضيره بعض الكيميائيين فى هولندا، ولذلك عرف باسم «الزيت الهولندى Dutch Oil».

وثنائى كلوروإثيلين ويعرف كذلك باسم ثنائى كلوروإيثان، مذيب جيد للزيوت والدهون والشموع، وبعض الأصماغ وراتينجات الفاينيل والألكيد. كذلك

$Cl_2.CH. — CHCl_2$ $Cl.CH_2 - CH_2.Cl$

ثنائى كلوروايثلين أو ثنائى كلورو ايثان رباعى كلورواسيتلين أو رباعى كلورو إيثان

استعمل ثنائى كلورو إثيلين فى استخلاص بعض الزيوت من البذور وفى استخلاص الفيتامينات من زيت كبد الحوت، كما يستعمل خليط منه ومن رابع كلوريد الكربون لتدخين الفراء قبل حفظها، ولتدخين الفواكه والحبوب، بالإضافة إلى استعماله فى التنظيف الجاف.

ويعطى الأستيلين مركب «رباعى كلوروأستيلين»، وهو سائل ثقيل يستعمل مذيبا للزيوت والدهون والشموع، كما يذيب الراتينجات والقار والمطاط الخام وبعض الأصباغ، ولكن استعماله أصبح محدودا بسبب سميته العالية وما يسببه من تآكل للفلزات.

وعند تفاعل الكلور مع البارافينات تتكون عدة مشتقات، لكل منها نفع خاص، ففى حالة الميثان يتكون أولا كلوريد المثيل، ثم كلوريد الميثلين، ثم الكلوروفورم، وأخيرا رابع كلوريد الكربون وذلك تبعا لكمية غاز الكلور الداخلة فى التفاعل.

CH_4	CH_3Cl	CH_2Cl_2	$CHCl_3$	CCl_4
الميثان	كلوريد الميثل	كلوريد الميثلين	الكلوروفورم	رابع كلوريد الكربون

ويستخدم كلوريد الميثل فى التبريد وفى التخليق العضوى وتحضير السليكونات، على حين يستخدم كلوريد المثيلين مذيبا للدهون وفى صناعة مطاط البيوتيل وصناعة ألياف الأستيات.

أما الكلوروفورم فيستعمل فى التخدير فى أثناء العمليات الجراحية، وفى صناعة البوليمرات المحتوية على الفلور، كما يستخدم رابع كلوريد الكربون مذيبا للدهون وفى التنظيف الجاف، ولتخليص العظام من الجلود والشحوم، وفى استخلاص الزيوت من البذور، واستخلاص بعض القلوانيات من النباتات، بالإضافة إلى أنه يذيب البتيومين وراتينجات الألكيد والفاينيل.

ونظرا لأن رابع كلوريد الكربون لا يقبل الاشتعال، فهو يستخدم فى إطفاء الحرائق وفى تدخين الفراء والحبوب. كذلك يستخدم فى صناعة الأصباغ والأدوية وبعض مركبات الفلور .

ويتفاعل الكلور مع الإيثان ليعطى كلوريد الإثيل ($C_2 H_5Cl$) الذى يستخدم فى تحضيـر كميات كـبيرة من رابع إثيل الرصاص الذى يضـاف إلى الجازولين لمنع الدق فى محركات السـيارات. كذلك يستخدم كلوريد الإثيل مخدرا مـوضعيا فى علاج الأسنان، وفى صنع كثير من مبـيدات الحشرات، وهو مذيب جيد لكل من الفوسفور والكبريت والشموع وخاصة عند درجات الحرارة المنخفضة.

كذلك تحضــر بعض مشتقات الكلور من البنتـان، مثل كلوريد البنتيل الذى يعرف أيضـا باسم كلوريد الأميل ($C_5 H_{11} Cl$)، ويستخـدم فى تحضير مشـتقات الأميل مثل الكحـول الأميلى الذى يدخل فى صناعة الكيميـائيات الدوائية وبعض المواد المستعملة فى التصوير الضوئى، وأستيـات الأميل المستخدمة فى تحضير طلاء الدوكو للسـيارات، وبعض أنواع طلاء الأظافر، والمشمـعات والورنيشـات وأحبار الطباعة والجلود. كذلك تحضر منه أمينات الأميل التى تستعمل فى صناعة الأصباغ وفى وقاية الفلزات من التـآكل، كما تحضر منه مـادة أميل النفثالين التى تسـتعمل ملدنا فى صناعة اللدائن وصناعة أحبار الطباعة.

كذلك تحضـر من الأستيلين عدة مـشتقات أهمهـا كلوريد الفاينيل، وثلاثى كلورو إثيلين، وفوق كلورو إثيلين، وكلوريد الفاينايليدين.

ويستعمل كلوريد الفاينيل فى تحضير بوليمر «بولى كلوريد الفاينيل» (PV C) الذى تصنع منه عشـرات من المنتجات مثل اللعب وأسطوانات الجـراموفون والجلد الصناعى وبعض نعال الأحذية وغيرها.

أمـا ثلاثى كلورو إثيلين فـهو مـذيب جـيد لكثـيـر من المواد، مثل القـار والأصمـاغ، وهو قليل السـميـة ولا يقبل الاشـتعال، ويـمكن استـرجاعه بـعد استعـماله، ولذلك يعتـبر مذيبا اقـتصاديا فى عمليـات التنظيف الجاف وفى إزالة الشحوم من سطوح الفلزات وفى تنظيف الزجاج والجلود وغيرها.

ويتميـز فوق كلورو إيثيلين بعدم قـابليته للاشتعـال كذلك، ولذلك تملأ به بعض أسطوانات مـقاومـة الحرائق، كـمـا يسـتـعمل عـازلا فى بعض محـولات الكهرباء، بالإضافة إلى قدرته العالية علـى التنظيف، ولذلك فهو مادة أساسية فى التنظيف الجاف.

أما كلوريد الفاينايليدين فيستعمل مع غيره من المركبات غير المشبعة فى صنع بوليمرات خاصـة يطلق عليها اسم ساران «Saran» فى الولايات المتحدة، وتصنع منها بعض أنـواع المنسوجات والسـجاد، كمـا تصنع منها خراطـيم المياه وبديلات الجلود.

وهناك مشتقـات أخرى للكلور ذات أهمية خاصة فـى إبادة الحشرات، مثل الجامكســان «لندان»، والألدرين والديلدرين ومركـب «د. د.ت»، وأخرى مبـيدة للأعشاب مثل «٢، ٤ - د» وغيرها، وسيأتى ذكرها عند الكتابة عن المبيدات.

وقد دار النقاش بعض الوقت حول بعض مشتقات الكلور التى عرفت باسم «مركـبات ثنائى الفنيل متـعددة الكلور» «Polychlorinated Biphenyls» واختصر اسمها إلى (PCB) (بى سى بى)، وتوجد منها عدة أنواع مثل:

مركبات ثنائى الفينيل متعددة الكلور

وقد أنتج من هذه المركبات مئات الأطـنان، واستعملت فى شتى الأغراض، فـاستـخـدمت فى صناعة أنواع مـن الطلاء، وفى صناعة الـورق واللدائن، كمـا استعـملت فى المنظفات الصناعية السـائلة والمبيدات، وكمادة عـازلة فى محولات الكهرباء. وقد عرف فيما بعد أن هذه المواد عالـية السمية وشديدة الثبات ولا تتأثر بغيرها من الكيميائيات، ولذلك فهـى تبقى كما هى فى التربة، وفى مياه المجارى المائية والبـحيـرات لمدة قد تصل إلى عشـرات السنين، وتؤدى إلى قتل الأسـماك والكائنات البحرية، وقد تصل إلى مياه الشرب، ولذلك منع إنتـاجها واستخدامها فى كثير من الدول.

وتوجد كذلك بعض مشتقات الكلور العضوية التى استخدمت فى مجال الدواء، ومن أمثلتها مشتقات الكلوروزايلينول ذات الأثر المطهر، وبعض المواد المنومة مثل الكلوروبوتانول وهدرات الكلورال (انظر الباب التاسع).

مركبات البروم:

مركبات البروم أقل استعمالا من مركبات الكلور، ولكن بعض هذه المركبات له فائدة خاصة فى حياة الإنسان، فيستعمل بروميد الفضة مثلا فى صنع الألواح الحساسة فى التصوير الضوئى، كما تستخدم بلورات بروميد الصوديوم فى تعيين أطياف المواد فى الأشعة تحت الحمراء. كذلك يستخدم بروميد الإثيلين ($Br\ CH_2\ CH_2\ Br$) فى تخليص محركات السيارات من رواسب الرصاص الناتجة من إضافة رابع إثيل الرصاص إلى الجازولين، فعندما يحترق هذا الوقود فى المحرك، يتحول الرصاص إلى أكسيد الرصاص وبعض كبريتات الرصاص التى تترسب على السطح الداخلى لأسطوانات المحرك، ولكن إضافة بروميد الإيثلين إلى الجازولين تساعد على تحويل رواسب الرصاص غير المتطايرة إلى بروميد الرصاص المتطاير الذى يخرج من العادم.

ويضاف أحيانا إلى الجازولين مركب برومو بنزين ($C6\ H5\text{-}Br$) للمساعدة على إزالة رواسب الرصاص من المحرك، وتعرف المركبات من هذا النوع باسم «مزلقات أعلى الأسطوانات Upper Cylinder lubricants».

ويستعمل بروميد الإثيل فى التبريد، كما يستخدم مركب «بروموكلوروميثيلين» ($Br\ CH_2\ Cl$) فى اطفاء الحرائق، وبخاصة حرائق المعدات الكهربائية، وتستخدم بعض مركبات البروم العضوية الأخرى فى تحضير بعض الأصباغ والمبيدات وغيرها.

مركبات الفلور:

حُضِّر غاز الفلور لأول مرة عام ١٨٨٦، وهو غاز شديد الميل للتفاعل حتى أنه ينتزع ذرات الهدروجين من جزيئات الماء مع انبعاث ضوء وحرارة حتى أنه يبدو كأن سطح الماء يشتعل عند ملامسته لغاز الفلور، وينتزع الفلور كذلك ذرات

الهدروچين من جزيئات الهدروكربونات، ويحل محلها، فهو يتفاعل مع الميثان معطيا رباعى فلوريد الكربون (CF_4)، وهو مركب شديد الثبات وغير قابل للاشتعال حتى أنه يمكن استخدامه فى إطفاء الحرائق.

كذلك يمكن للفلور أن يحل محل الكلور فى مركباته، وقد استخدمت شركة «ديبون» الأمريكية هذه الطريقة عام ١٩٣٠ لتحضير بعض مركبات «الكلوروفلوروكربون Chlorofluorocarbons» (CFC) التى عرفت فيما بعد باسم الفريون، ومن أمثلتها فريون - ١١، وفريون - ١٢، وفوران - ١٤، ويرمز العدد الأول فى الرقم التالى للاسم إلى عدد ذرات الفلور فى كل جزىء.

$F.C.Cl_3$	$F_2.C.Cl_2$	$F_2Cl.C\text{-}C.ClF_2$
فريون - ١١	فريون - ١٢	فوران - ١٤

وهذه المواد غازات فى درجة الحرارة العادية، وهى شديدة الثبات وليس لها أثر سام على الجسم، وقد استعملت هذه المواد بكثرة فى كثير من الأغراض، فاستعملت فى التبريد، وفى إطفاء الحرائق وغيرها. وقد انتشر استعمال كل من فريون - ١١، وفريون ١٢، مواد دافعة فى عبوات الأيروسول الخاصة بمزيلات الرائحة ومزيلات العرق، والمبيدات، والمواد الطاردة للحشرات وغيرها. وتحتوى العبوات المعطرة للهواء مثلا على نحو ٨٠ ٪ من المواد الدافعة مع قليل من الجليكولات وبعض العطور. كذلك تحتوى عبوات المواد الطاردة للحشرات، مثل الناموس، على ثلاثة أجزاء من المواد الدافعة مع جزء واحد من فثالات الإثيل والكحول الأيزوبروبيلى.

وتدل النسب السابقة على أنه كان هناك إفراط كبير فى استخدام هذه المواد الدافعة، وقد تبين أنها عندما تنطلق إلى الهواء تؤثر فى طبقة الأوزون الموجودة بطبقات الجو الوسطى، وتحمينا من غوائل الأشعة فوق البنفسجية الواردة من الشمس والتى تصيب من يتعرض لها بكامل قوتها، بسرطان الجلد.

وقد تم الاتفاق بين الدول على منع تصنيع هذه المواد، والاستغناء عن استخدامها كمواد دافعة أو فى التبريد، وذلك حفاظا على طبقة الأوزون. ويعتقد أن هناك نحو عشرين مليونا من الأطنان من هذه المواد، مازالت منتشرة فى الغلاف الجوى للأرض بسبب الإفراط فى استخدامها فى الأعوام السابقة.

وتعتبر مادة «التيفلون» المعروفة أحد المركبات الهامة للفلور، وهى عبارة عن رباعى فلورو إيثيلين ($F2 C = C. F2$) بعد بلمرته إلى بوليمر «بولى تترافلورو إثيلين Polytetrafluoroethylene» ويرمز له أحيانا PTFE . وقد عرفت هذه المادة عام ١٩٤١، إلا أنه لم يتم تسويقها باسم تيفلون بواسطة شركة ديبون الأمريكية إلا بعد الحرب العالمية الثانية.

ولا تتأثر مادة التيفلون بالمواد الكيميائية، كما أنها لا تذوب فى أى نوع من المذيبات، ولا يلتصق بها شىء، وهى مرنة ويمكن تشكيلها، ولها خواص عازلة جيدة. وقد استعملت هذه المادة فى تغطية السطح الداخلى لبعض أدوات الطهى لمنع التصاق الطعام بها، كما استخدمت فى صنع بعض الجوانات لإحكام غلق فتحات الآلات، وفى تكسية بعض المحاور المتحركة، وفى تكسية الورق والنسيج بطبقة مانعة للماء.

وفى الحرب العالمية الثانية، استعملت زيوت فلورينية تتكون من جزيئات كبيرة مثل ($C_{21} F_{44}$)، وهى زيوت تتميز باحتمالها لظروف التشغيل القاسية، كما حضرت أيضا مركبات أخرى للفلور مثل «الهالوثين» الذى استعمل فى التخدير.

أما مركبات الفلور غير العضوية الهامة، فعلى رأسها حمض الهدروفلوريك (HF)، وهو حمض قوى يتفاعل مع كثير من المواد، ويستخدم فى زخرفة الزجاج، وفى الكتابة على الترمومترات. كذلك يستخدم الكرايوليت، وهو فلوريد مزدوج من الصوديوم والألومنيوم، فى تحضير فلز الألومنيوم من خامته، كما تضاف بعض أملاح الفلور إلى الماء للمساعدة فى منع تسوس الأسنان. وقد يضاف بعضها إلى معاجين الأسنان، ولكن أى زيادة غير محسوبة من أملاح الفلور قد لا تحمد عقباها.

مركبات اليود:

يستعمل مركب يوديد البوتاسيوم وكذلك بعض أحماض اليود فى عمليات التحليل الكيميائى، ولكن أغلب مركبات اليود العضوية مركبات غير ثابتة، وإن

كان بعض منها يستعمل فى الطب لعلاج الغدة الدرقية أو لقتل أنواع البكتيريا مثل «الانتروفيوفورم» وغيرهـا. ويعتبر مركب «ثنائى يود والمثيلين» ($CH_2 I_2$) من أثقل السوائل المعروفة، فهو أثقل من الماء بأكثر من ثلاث مرات.

السليكون ومركباته:

السليكون من أكثـر العناصر انتشـارا فى قشرة الأرض، فـهو يوجد متـحدا بالأكسچين على هيئة ثانى أكسيد السليكون (SiO_2) فى الرمال وعلى هيئة عروق الكوارتز، كمـا يوجد متـحدا ببعض العناصـر الأخرى على هيئـة سليكات، مثل سليكات الصوديوم والبـوتاسيوم وغيرها، ويشـترك فى تكوين كثيـر من الصخور والمعادن التى نعـرفها مـثل الجرانيت، والفلدسبـار، والمايكا، والطلق، وهى مواد هامة فى حياة الإنـسان، فالجرانيت يستخدم فـى البناء وفى صنع بعض التماثيل، والمايكا تصنع منهـا رقـائق عازلة لـلكهرباء، أمـا الطلق فـيسـتـعمل فى صناعـة البورسلين، كما قد يستعمل مادة مالئة فى أنواع الصابون أو اللدائن وغيرها.

كـذلك يدخل السليكون فى صنـع بعض أنواع الصلب، وفى صنع الخـلايا «الفوتو فلطية»، وبعض الترانزستورات، والخلايا الشمسية، وبذلك يعتبر السليكون أحد العناصر التى ساعدت على تقدم الإنسان، وزادت من رفاهيته وراحته.

كذلك للسلـيكون مركبـات أخرى هامة، فـالزجاج يتكون أسـاسا من ثانى أكسـيد السليكون وبعض أكاسـيد الفلزات الأخرى، كـذلك هناك أيضا مركـبات السليكون العضوية التى عرفها الإنسان حديثا واستخدمها فى شتى الأغراض والتى يرتبط فيها السليكون ببعض ذرات من الكربون والأكسچين والهدروچين.

الزجاج:

للزجاج أهمـية خاصة فى حـياة الإنسان، فـهو يساعدنـا على التغلب على ظلام الليل عندما يمدنا بالضوء الاصطناعى من خلال المصابيح الزجاجية، ويمكننا من رؤية أصـغر الكائنات مـن خلال عـدسات الميكروسـكوبات، ويساعـدنا على

استكشاف أغوار الفضاء من خلال مرايا وعدسات التلسكوبات، كما تصنع منه المرايا التى يرى فيها الإنسان صورته، والعدسات التى يحسن بها نظره وقدرته على الرؤية، كما تصنع منه بعض الأسنان الصناعية، ومقدمات الصواريخ والألياف الزجاجية التى تنقل نبضات الضوء، وهو الذى يسمح لنا بالاستمتاع بضوء الشمس وحرارتها عبر نوافذنا دون أن نتعرض لتيارات الهواء.

ويقول المؤرخ «بلينى» أن الفينيقيين كانوا أول من اكتشف الزجاج عندما كانوا يطهون طعامهم على شاطئ البحر، فقد كانوا يضعون أوانى الطعام فوق كتل من النطرون (كربونات الصوديوم) فوق النار، وعندما انصهرت رمال الشاطئ واختلطت بالنطرون تكونت منهما معا كتل صغيرة من الزجاج. وهذه القصة ليست حقيقية؛ لأن درجة الحرارة ليست كافية لصهر الرمال والنطرون، ولابد من وجود قدر كاف من الجير حتى يتكون الزجاج.

وقد عرف الزجاج منذ زمن بعيد فى سوريا والعراق، وعرفه المصريون القدماء منذ نحو ٢٥٠٠ سنة قبل الميلاد، وكان للزجاج فى ذلك الحين منزلة الأحجار الكريمة.

وقد انتقلت صناعة الزجاج من مصر إلى الرومان، وكانوا هم أول من نفخوا الزجاج لصنع الأوانى المجوفة، ثم ظهرت بعد ذلك نوافذ الكنائس الملونة فى بيزنطة، وازدهرت صناعة الزجاج فى زمن لاحق فى فينيسيا، ومنها انتقلت إلى جزيرة «مورانو» وعرف نوع من الزجاج باسم «زجاج مورانو».

وقد يتكون الزجاج طبيعيا عندما تدفع البراكين بالسليكات المنصهرة إلى سطح الأرض. كذلك قد يتكون عندما تضرب الصواعق الرمال القلوية فتنتج منها حبيبات صغيرة تعرف باسم «تكتايت Tektite».

ويحضر الزجاج بصهر الرمل والجير وكربونات الصوديوم معا عند درجة حرارة عالية قد تصل إلى نحو ١٥٠٠°، ويعرف هذا النوع من الزجاج بزجاج الصودا، وتصنع منه بعض الأنابيب وألواح زجاج النوافذ، وبعض المرايا رخيصة الثمن، وهو أول ما عرف من أنواع الزجاج، وهو ردىء المقاومة للحرارة.

وعند تبريد كتلة الزجاج المنصهره تزداد لزوجتها بشكل هائل، فتصل لزوجتها عند ٥٠٠م إلى ملايين المرات قدر لزوجتها عند ١٣٠٠م، ولهذا فإن جزيئات الزجاج لا تسنح لها الفرصة كى تترتب بانتظام كما فى أغلب المواد الجامدة، بل يبقى ترتيب هذه الجزيئات عشوائيا كما فى حالة السوائل، ولذلك يوصف الزجاج بأنه سائل فوق مبرد Supercooled Liquid أو يوصف بأنه محلول جامد Solid Solution .

وهذا الترتيب العشوائى لجزيئات الزجاج يميزه عن غيره من المواد، فهو شفاف ولامع السطح وسهل التشكيل بالحرارة، كما يمكن سحبه إلى ألياف دقيقة، وهو يستطيع أن يذيب قدرا كبيرا من الأكاسيد الملونة، ولو كانت جزيئات الزجاج مرتبة فى ترتيب منتظم كما فى المواد المتبلورة، لما كان من الممكن ضغطه أو نفخه أو سحبه.

وقد اكتشف كيميائى ألمانى يدعي «أوتو شوت» أن إضافة أكسيد البورون إلى مصهور الزجاج فى أثناء صنعه، يحسِّن كثيرا من صفاته الحرارية، وأسس بعد ذلك شركة «شوت» عام ١٨٨٤ ، وصنع فيها زجاج البوروسليكات الذى عرف بعد ذلك باسم «زجاج يينا» نسبة إلى المدينة التى أقيم فيها المصنع، وهو زجاج يتميز بأن معامل تمدده صغير، ولذلك تصنع منه أدوات المعامل التى تتعرض للحرارة. وفى عام ١٩١٥ أنتجت شركة «كورننج» الأمريكية نوعا محسنا من زجاج البوروسليكات أطلق عليه اسم «بايركس»، ويقل معامل تمدده بالحرارة بنحو الثلث تقريبا عن زجاج يينا، واستخدم فى صنع أدوات المعامل الزجاجية وأوانى الطهو ذات الجدران السميكة، وفى صنع الزجاجات والمصابيح الكهربائية.

وهناك أنواع أخرى من الزجاج مثل الزجاج المحتوى على أكسيد الأنتيمون وتصنع منه شاشات الرادار والتلفزيون وعدسات النظارات، كذلك الزجاج الذى تضاف إليه عناصر الفلور والزنك والألومنيوم، وهو زجاج أبيض غير شفاف يعرف باسم «الأوبال»، ويستخدم فى صنع بعض الثريات والمصابيح الكهربائية.

أما الزجاج البلورى الذى يعرف باسم «الكريستال»، فهو يحتوى على نسبة عالية من الرصاص قد تصل إلى نحو ٨٠ ٪ ويحل فيه البوتاسيوم محل الصوديوم، وهو يتميز بقدرته على نشر الضوء وعكس الألوان، ويزداد تلألؤ هذا الزجاج بإضافة أكسيد الباريوم إليه فى أثناء صنعه.

ويتحاشى كثير من الناس استخدام زجاج الكريستال فى أدوات الشرب خوفا من التسمم بما به من رصاص، ولذلك تقوم الشركات المنتجة لهذا الزجاج بتغطية السطح الداخلى للأوانى والكئوس المصنوعة منه، بطبقة رقيقة وشفافة من بعض البوليمرات لتفصل بين سطح الزجاج وما به من سوائل.

وعندما يحتوى الزجاج على نسبة عالية من السليكا يصبح معامل تمدده بالحرارة صغيرا للغاية ولا يتأثر بالتغيرات الكبيرة فى درجات الحرارة، كما أنه يصبح شفافا بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية، وهو يستخدم فى صنع بعض الأجهزة البصرية.

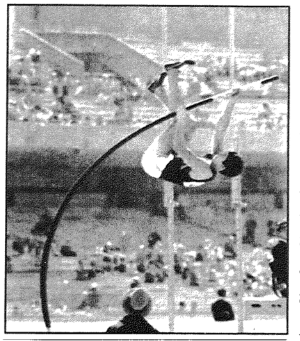
وهناك نوع من الزجاج يسمى «الزجاج السيراميكى» وهو يحتوى على أكسيد التيتانيوم أو أكسيد الزركونيوم، وله خواص ضوئية جيدة، وأحد أنواع هذا الزجاج الذى يحتوى على نسبة عالية من أكسيد الزركونيوم يعرف باسم «زيرودور» «Zerodur» يستخدم حاليا فى صنع مرايا المرصد الأوروبى، كما أن هناك نوعا آخر من الزجاج السيراميكى يعرف باسم «ماكور» «Macor»، وهو زجاج شديد الصلابة حتى أنه يمكن قطعه وتشكيله على المخرطة مثل الصلب، وتصنع منه بعض مسامير الربط والصواميل، كما تصنع منه إطارات نوافذ مكوك الفضاء.

كذلك هناك نوع ثالث من الزجاج السيراميكى يعرف باسم «دايكور» «Dicor»، وهو يفوق البورسلين فى صلابته؛ ولذلك تصنع منه بعض الأسنان الصناعية. كذلك يستخدم الزجاج السيراميكى فى صنع «الزجاج الرغوى»، وهو يحضر بإضافة الفحم إلى مصهور الزجاج فى أثناء تصنيعه، وعندما يتأكسد الفحم يندفع غاز ثانى أكسيد الكربون فى جسم الزجاج محدثا به آلافا من الفراغات حتى يصبح كالإسفنج. ويتكون مكعب الزجاج الناتج من نحو ٧ ٪ مواد صلبة، ونحو ٩٣ ٪ من الهواء؛ ولذلك له قدرة عالية على العزل الحرارى، ولذلك يستعمل هذا الزجاج فى تغليف مقدمة مكوك الفضاء، وكذلك مقدمات الصواريخ.

ويمكن تقسية الزجاج بطريقة تشبه طريقة تقسية الصلب وذلك بتبريد بعض أنواعه فى حمام من الزيت، ويؤدى هذا التبريد الفجائى إلى تقلص السطح الخارجى للزجاج الذى يضغط بشدة على الأجزاء الداخلية للزجاج مما يزيد من

صلابتـه وقوة احتـماله. وقد صنعت من هذا الزجـاج كرات من الزجاج تتـحمل الطرق الشديد دون أن تنكـسر. وهناك أنواع من الزجاج المقـسى تتحمل ضـغوطا هائلة قد تصل إلى نـحو ٢٢٠٠٠ رطل على البوصـة المربعة، وهى تستـعمل فى صنع بعض عدسات النـظارات والأجهزة البصرية، وزجـاج أفران الطهى، وزجاج بعض السيارات، وأهداف كرة السلة غير القابلة للكسر.

ويمكن سحب الزجاج إلى ألياف دقيقـة تستعمل فى عمل أنواع خاصة من المنسوجات (انظر الأليـاف الصناعية)، كذلك يصنع من هذه الألياف التى تضـمها معـا إحدى البوليمـرات نوع من الزجاج الرقائقى يدانـى الفولاذ فى متانتـه وقوة تحمله، وتصنع منه بعض أجـزاء هياكل السيارات والطائرات، وبعـض أجزاء سفن الفضاء.



تستعمل ألياف الزجاج المرنة والمتينة فى صنع بعض الأدوات الرياضية مثل زانة القفز العالى

وقـد اسـتعـملت الأليـاف الزجـاجيـة حـديثا لنقل إشـارات التليفـون والتلفزيون عبر مـسافات طويلة تصل إلى نحـو ١٢٠ كـيلو مـتر دون الحـاجة إلى تقـويتهـا، ويستخـدم حاليا نحو ثـلاثة عشر مليـونا من الكيلو متـرات من هذه الأليــاف فى الولايات المتــحـدة وحـدها. كـذلك يمكن للأليـاف الزجاجية نقل نبضات الليزر بكفاءة عالية تبلغ نحـو ٣٢٠٠٠ مرة قدر ما يمكن أن تنقله أسلاك النحاس. ومن المنتظر أن تستخـدم الحاسبات الجديدة، الألياف الزجاجية، وهذه الأجيـال الجديـدة سوف تعـمل بالضوء بدلا من الإلكتـرونيات، وسـيتم تخـزين البرامج فيهـا بنبضات من الليزر، وقد تعمل بسرعة تزيد مـئات المرات عن سرعة الحاسبات الحالية.

وتستخدم الألياف الزجاجية فى صنع المناظير الطبية التى تمكننا من رؤية ما يدور فى بعض الأجزاء الداخلية فى أجسامنا دون الحاجة إلى فتح جراحى فى الجسم. ويتم حاليا إدخال كريات زجاجية دقيقة بداخلها بعض المواد المشعة، فى الكبد، عن طريق الأسترة. وبذلك يصل الإشعاع إلى الجزء المصاب فقط دون أن يسرى فى الجسم كله. وتفقد هذه الكريات نشاطها الإشعاعى بعد نحو ثلاثة أسابيع، ولكنها تبقى فى الكبد إلى الأبد، ولا يعرف حتى الآن تأثير بقاء هذه الكريات الزجاجية فى جسم الإنسان على صحته.

كذلك تصنع حاليا من الألياف الزجاجية أنواع جديدة من الميكروسكوبات قد تمكننا من الحصول على صور شديدة الوضوح لأدق الأشياء حتى تلك الأشياء التى تصل أبعادها إلى جزء من مليون جزء من البوصة، وهناك بعض المتفائلين الذين يعتقدون أنها قد تجعلنا فى المستقبل، قادرين على رؤية ما يدور فى داخل الخلية الحية.

ويستفاد من الثبات الكيميائى للزجاج فى تغليف النفايات النووية المشعة التى تجد بعض الدول صعوبة كبيرة فى التخلص منها . وقد استخدمت الولايات المتحدة هذه الطريقة للتخلص من النفايات المشعة الناتجة عن مفاعلات إنتاج البلوتونيوم - ٢٣٩، والتريتيوم، المستخدمين فى صنع الأسلحة النووية منذ عام ١٩٥٠ ، والتى يصل حجمها إلى نحو ٣٤ مليونا من الجالونات وبها قدر كبير من نظائر السيزيوم والاسترنشيوم التى يستمر نشاطها الإشعاعى زمنا طويلا.

كذلك استخدمت كل من فرنسا وإنجلترا هذه الطريقة التى تتلخص فى صهر هذه النفايات مع كريات صغيرة من زجاج البوروسليكات، ثم تصب فى قوالب فتتحول إلى كتل تشبه الصخر، وتغلف بعد ذلك بأغلفة من الصلب الذى لا يصدأ وتطمر فى باطن الأرض على عمق كبير.

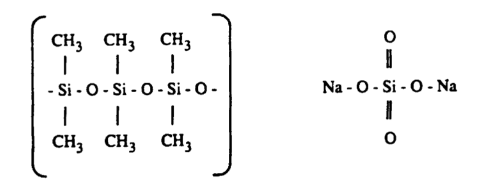
وهناك من يحلمون بصنع أنواع جديدة من الزجاج تحقق كثيرا من أحلام البشر، مثل الزجاج الذى يمكن أن يتحول من الشفافية إلى العتامة بمجرد اللمس، أو بالضغط على زر خاص، ويغنينا بذلك مستقبلا عن وضع ستائر على النوافذ، أو مثل الزجاج الذى يوصل التيار الكهربائى، أو يغير لونه تحت بعض الظروف الخاصة، ويقال أن هناك نجاحا محدودا فى بعض هذه الاتجاهات، ولكن ينتظر أن تكون هذه الأنواع الجديدة مرتفعة الثمن إلى حد كبير.

وتتجه كذلك بعض هذه البحوث الجديدة إلى محاولة إنتاج نوع من الزجاج يقاوم الحرارة ولا يتأثر بها، وإذا نجحت هذه البحوث، فقد يصبح ممكنا تصنيع محركات للسيارات من هذا الزجاج الذى يتحمل الحرارة والضغط، وقد لا تحتاج مثل هذه المحركات الزجاجية إلى نظام تبريد بالماء أو بالهواء.

ولا يقتصر دور الزجاج فى حياتنا على نفعه فقط، بل إن له جمالا خاصا به يتبدى بوضوح فى كثير من الأشياء التى تصنع منه، مثل الأوانى البلورية متعددة الأشكال، والحلى المتلألئة، وبعض القطع الفنية الأخرى التى تصنع منه، وبصفة عامة يصلح الزجاج لصنع عشرات من الأشياء، فهو شديد التحمل للظروف الطبيعية، بالإضافة إلى قلة تكلفته، وتوافر المواد الخام التى يصنع منها، فى كل مكان على وجه التقريب.

السليكونات:

ترتبط ذرات السليكون فى مركبات السليكات غير العضوية بذرات الفلزات عن طريق ذرات من الأكسچين، كما فى سليكات الصوديوم، أما مركبات السليكون العضوية فيختلف تركيبها عن ذلك. وقد بين أحد العلماء البريطانيين ويدعى «كيبنج F. S. Kipping» فى مجموعة من بحوثه التى نشرها بين عامى ١٨٩٩، ١٩٤٩، أن هذه المركبات تتكون من سلسلة غير عضوية تتبادل فيها ذرات السليكون مع ذرات الأكسچين، وتتصل بذرات السليكون فيها بعض المجموعات العضوية مثل مجموعات المثيل أو مجموعات الفنيل.



السليكونات — سليكات الصوديوم

وقد بدأت بعض الشركات الأمريكية فى بداية الثلاثينات، فى الاهتمام ببعض هذه المركبات، وبخاصة شركتا «كورننج» لصناعة الزجاج، و«جنرال إلكتريك»، فقد كانت كل منهما تسعى للحصول على مادة تجمع بين الخواص العازلة للزجاج، ولها فى الوقت نفسه مرونة اللدائن، بالإضافة إلى قدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية.

وفى عام ١٩٤٢ تعاونت شركة «كورتنج» للزجاج مع شركة «داو» للكيميائيات لإنتاج هذه السليكونات بتفاعل كلوريد الميثل مع المغنسيوم ثم مع رابع كلوريد السليكون، ولكن شركة «جنرال إلكتريك» استخدمت طريقة مباشرة لتحضير هذه السليكونات عام١٩٤٥ وذلك بتفاعل كلوريد المثيل مع مسحوق السليكون لتكوين ثنائى كلوريد السليكون الذى يحلل بعد ذلك بالماء ويحول إلى البوليمر المطلوب.

$$2CH_3Cl + Si \rightarrow Cl.\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{Si}}}}.Cl \xrightarrow{HOH} HO.\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{Si}}}}.OH \rightarrow \left[-\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{Si}}}}-O-\right]_n$$

ثنائى مثيل كلوريد السليكون   بوليمر السليكونات

والسليكونات ثلاثة أنواع، فمنها سوائل، ومنها راتينجات، ومنها مواد مطاطية تعرف باسم «إيلا ستومرات» بسبب مرونتها. وتتكون السليكونات السائلة من جزيئات على هيئة سلسلة مستقيمة، أما الراتينجات فهى شبكية التركيب تتصل فيها السلاسل المستقيمة بالسلاسل الأخرى التى تجاورها، وكذلك التى تقع فوقها أو تحتها مكونة شبكة تمتد فى الأبعاد الثلاثة المعروفة.

وتتكون السليكونات المطاطية من سلاسل طويلة مرتبطة جزئيا برباط شبكى مع السلاسل الأخرى بواسطة فوق الأكاسيد، ومقواة بمواد مالئة مثل السليكا.

وتستخدم سوائل السليكونات عند خلطها بالشمع فى بعض عمليات التشحيم، وفى عمليات الصقل والتلميع، وهى تحمى السطوح من الماء ومن الشوائب بشكل أفضل مما يفعل استخدام الشمع وحده. كذلك تستخدم هذه

السوائل لمنع التصاق المصنوعات التى تصب فى قوالب، مثل إطارات السيارات وبعض اللدائن والفلزات، فيصنع منها مستحلب مع الماء، ويرش به السطح الداخلى للقالب.

كذلك استخدمت سوائل السليكونات فى تصنيع أنواع خاصة من الطلاء، وهى تضفى على الطلاء لمعة خاصة، وتمنعه من الانكماش بفعل العوامل الجوية. كذلك قد تعامل بها بعض أنواع النسيج أو الجلود لجعلها منيعة للماء.

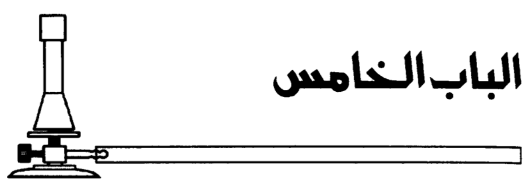
وتتميز راتينجات السليكونات بصفاتها العازلة وبمقاومتها لفعل الحرارة، بالإضافة إلى أنها منيعة للماء ويمكن استعمالها لمنع التصاق المصنوعات المختلفة بقوالب الصب، مثلها فى ذلك مثل سوائل السليكونات.

وقد استخدمت راتينجات السليكونات فى عمليات صب القصدير عند درجات الحرارة العالية دون أن تتأثر أو تفقد قدرتها على منع الالتصاق رغم تكرار عملية الصب عشرات من المرات. كذلك استعملت هذه الراتينجات فى تغطية بعض جدران المبانى لحمايتها من الماء.

أما مطاط السليكون فهو عالى المرونة، وقد أمكن صنع عجينة منه مع بعض مركبات البورون، تتصف بمرونتها العالية، فهى ترتد عند اصطدامها بجسم صلب مثل كرات الكاوتشوك، ولهذا استعملت فى صنع لب كرات الجولف.

ولا يفقد مطاط السليكونات مرونته حتى عند درجات الحرارة العالية التى يفقد عندها المطاط العادى مرونته تماما وإلى الأبد. كذلك يبقى مطاط السليكونات مرنا عند درجات الحرارة المنخفضة التى يتحول عندها المطاط العادى إلى مادة جامدة وهشة، ولذلك يستعمل مطاط السليكونات فى كثير من الأغراض التى لا يصلح فيها استخدام المطاط العادى.

وتتحسن خواص مطاط السليكونات وتزداد مقاومته للزيوت ومقاومته كذلك للقطع والتمزق، عندما تضاف إليه بعض بوليمرات الفلورو كربون مثل التفلون. وتستعمل هذه الأنواع المخلوطة من مطاط السليكونات فى صنع بعض مكونات الطائرات، مثل مواد العزل الحرارى وبعض أجزاء تكييف الهواء، ومنع تكون الجليد وأنظمة التسخين، كما تستخدم فى صنع بعض المعدات الطبية مثل أنابيب نقل الدم وغيرها.



الباب الخامس

دور الكيمياء فى مجال الكساء

- الألياف الطبيعية والصناعية
- الحرير الصناعى
- النايلون
- ألياف صناعية أخرى
- ألياف الزجاج



الألياف الطبيعية والصناعية:

يحتاج الإنسان إلى الكساء فى حياته، فهو يقيه من شدة الحر، ويمنع عنه لسعة البرد، كما أنه يكسبه مظهرا مميزا له ويزيد من حسنه وبهائه.

وقد فطن الإنسان منذ قديم الزمان إلى أهمية الكساء، ولم يجد أمامه ما يغطى به جسمه إلا بعض المصادر الطبيعية المحيطة به، وهى إما مصادر نباتية مثل القطن والكتان، وإما مصادر حيوانية يأخذ منها الصوف والحرير.

وقد تعلم الإنسان غزل هذه الألياف الطبيعية ونسجها، وصنع منها ملابسه وما يحتاجه من غطاء. وقد احتل القطن المكانة الأولى فى صنع الأنسجة، ولذلك انتشرت زراعته فى كثير من البلدان، وأصبح موردا هاما من موارد الثروة فى بعض هذه البلاد.

وتتميز ألياف القطن بمتانتها وقابليتها للغَسل مع رخص ثمنها، وانتشر استخدام الملابس المصنوعة منها فى البلاد الحارة والدافئة، أما الصوف فقد انتشر استخدامه فى المناطق الباردة، فهو يساعد على حفظ درجة حرارة الجسم، ولكنه يحتاج إلى مهارة خاصة فى تربية الأغنام، وفى تجهيز صوفها وغزله إلى خيوط يمكن نسجها.

ويحتل الكتان المركز الثالث من بين هذه الألياف الطبيعية، ولو أنه يتميز بمتانة أليافه التى تفوق متانة ألياف القطن. كذلك لا ينتشر استعمال الحرير كما فى حالة القطن والصوف، فهو يحتاج إلى خبرة كبيرة فى تربية دودة القز، وإلى مجهود كبير فى جمع محصوله وتحويله إلى نسيج، ولذلك يعتبر إنتاج الحرير مرتفع التكاليف مما يؤدى إلى ارتفاع ثمنه فى سوق النسيج.

وقد اتجه الكيميائيون منذ زمن بعيد إلى دراسة تركيب كل هذه الألياف الطبيعية لعلهم يستطيعون تقليدها فى معاملهم، وعرفوا أن الصوف والحرير عبارة عن مواد بروتينية تتكرر فى جزيئاتها وحدات من الأحماض الأمينية. كذلك عرفوا أن ألياف القطن تتركب من السليولوز الذى يشبه البوليمرات فى تركيبه، وأن جزيئاته طويلة السلسلة تتكون من وحدات متكررة من السكر، وقد يصل الوزن الجزيئى للسليولوز إلى ٨٠٠,٠٠٠ أو أكثر.

وقد ساعدتهم هذه المعرفة كثيرا، فحاولوا كخطوة أولى، تعديل صفات بعض هذه الألياف الطبيعية لزيادة متانتها وقوة تحملها، وكذلك لمنع تحللها بمرور الزمن، أو لمنع تعطنها بالرطوبة وأيضا لزيادة جمالها وتحسين ملمسها ونعومتها.

الحرير الصناعى:

كانت نقطة البداية فى محاولات العلماء لتعديل صفات بعض الألياف الطبيعية هى تحويل ألياف السليولوز الطبيعية الموجودة بالقطن أو الخشب إلى ألياف تشبه الحرير.

ويكوِّن السليولوز بالاشتراك مع بعض المواد الأخرى الجزء الصلب فى سيقان النباتات. وهو يوجد فى الخشب مع اللجنين والهميسليولوز وبعض الراتنجات وكذلك مع بعض البروتينات والأصباغ، ولكنه يوجد فى القطن فى حالته النقية تقريبا وتبلغ نسبته فيه إلى نحو ٩٨ ٪.

ويحضر السليولوز عادة من الخشب، وتعتمد طريقة فصله من الخشب فى حالة نقية على ثبات السليولوز تجاه بعض المواد الكيميائية التى تؤثر فى غيره من المركبات المصاحبة له أو تذيبها، ولكنها لا تؤثر فيه.

ويقطع الخشب أولا إلى قطع صغيرة قليلة السمك، ثم يطبخ هذا الخشب بواسطة البخار مع بيكبريتيت الكلسيوم وتحت الضغط فى غلايات كبيرة من الصلب المقاوم للأحماض. ويتخلل بيكبريتيت الكلسيوم فى مسام الخشب ويذيب اللجنين وأملاحه، كما يذيب جزءا كبيرا من الهميسليولوز، ثم يغسل السليولوز المتبقى بالماء. ولا يستخدم السليولوز الناتج من هذه العملية مباشرة ولكن يتم تبييضه بغاز الكلور أو بمحلول هيبوكلوريت الكلسيوم، أو فوق أكسيد الهدروجين. وتعرف هذه الطريقة باسم «طريقة الكبريتيت» «Sulphite Process».

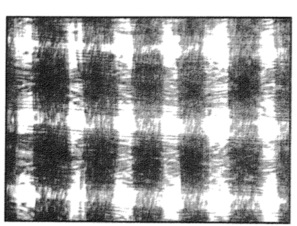
وهناك طريقة أخرى تعرف باسم «طريقة الكبريتات»، وفيها تسخن شرائح الخشب إلى درجة الغليان مع محلول قلوى من كبريتيد الصوديوم وهدروكسيد الصوديوم ويذوب الهيمسليولوز فى هذه الطريقة كما يتم التخلص من اللجنين على هيئة مركب كبريتى.

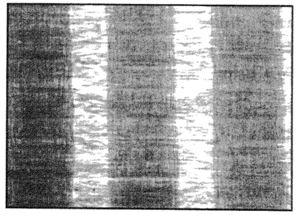
وتستعمل اليوم طريقة حديثة تعرف باسم «الطريقة المستمرة» ويتكون إناء الطبخ فيها من أنابيب ضخمة قد يصل قطر كل منها إلى ١٢٠ سنتيمتر، كما قد يصل طولها إلى نحو ١٠ أمتار.

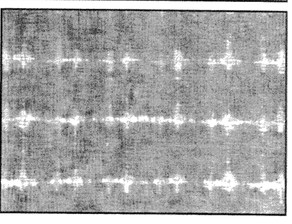
وتشحن هذ الأنابيب بالخامات من طرفها وتمر فيها هذه الخامات بمساعدة حلزون يدفعها من أنبوبة إلى أخرى، ويخرج السليولوز من طرفها الآخر. ويمكن بهذه الطريقة تجهيز نحو ٣٠٠ طن من السليولوز كل ٢٤ ساعة.

وهناك طرق أخرى لتحضير السليولوز، فهو مادة هامة تدخل فى كثير من الصناعات مثل صناعة الورق والنسيج والمفرقعات، وكذلك بعض الألياف الصناعية، وقد بلغت الكمية المستخدمة منه فى مختلف الصناعات الكيميائية عام ١٩٥٧ نحو ٢٣ مليونا من الأطنان.

ولا يترك الكيميائيون شيئا دون أن يجدوا له فائدة ما، فيستفاد من النواتج الثانوية التى تتكون فى عمليات تجهيز السليولوز فى كثير من الأغراض، ومن بينها بعض الكحولات، والثايمول، وبعض







أنسجة من الألياف الصناعية مكبرة ٥٠ مرة
الصورة العليا نسيج من النايلون - الوسطى نسيج
من الرايون السفلى نسيج من البولى إستر

الهـدروكربونات الـتربينيـة، كـما تحـتوى الـسوائل الناتجـة على حـمض الخليك والفورفورال وغيرها.

أما التسكريات الناتجة من تحلل الهيـميسليلوز، فتستخدم فى تحـضير الكحول الإثيلى، ويمكن الحـصول عـلى نحو ٩٠ لتـرا من الكحـول مقـابل كل طن من السليولوز.

وقد يـستعـمل خليط المواد المتبقـية بعـد تركيـز السوائل الناتجـة من هذه العمليات فى صنع أنواع من الأسـمنت أو الطوب، أو بعض المواد العازلة. وهكذا نجد أن العمليات الكـيميائية عمليات مـتكاملة لا تترك أى نواتج ثانوية دون أن تجد لها فائدة للإنسان.

أ - حرير النتروالسليولوز:

وألياف السليـولوز ليست لها مرونة كـافية، وكان قـد عرف عام ١٨٤١ أن ألياف القطـن التى تتكون من السليولوز تتـفاعل مع حـمض النتريك لتـعطى مادة مفـرقعة عـرفت باسم قطن البارود، كمـا تعطى نواتج أخرى تذوب بســهولة فى الكحول والإثير.

وقد دفعت هذه التجارب الكونت «هيلير دى شاردونييه» إلى إنتاج مادة تشبه الحرير من السليولوز، وكان «شاردونييه» يعمل مساعدا «للويس باستير» فى دراسته للأمراض التى تصيب دودة القز التى تنتج الحرير الطبيعى.

وقد قـام «شاردونيـيه» بمعالجة لب الخـشب وألياف القطن بحـمض النتريك وحصل بذلك علـى مادة تشبـه قطن البارود، ولكنها تحـتوى على نسـبة أقل من النتروجين ولـيس لها صفـات المفرقعـات. وعندما أذاب النتروسلـيولوز الناتج فى خليط من الكحول والإثيـر تكون سائل لزج تمكن من دفعه خلال مـغزل به ثقوب ضيقة ليكون خيوطا لامعة تشبه خيوط الحرير.

وقد أجرى «شاردونييه» هذه التجارب عام ١٨٨٤، وسارعت بعض الشركات فى استـخدام حرير النتروسليـولوز فى صنع بعض ملابس السيـدات، وقد أثارت هذه الملابس الإعجاب عند عرضها فى معرض باريس عام ١٨٨٩.

وكانت أهم عيوب هذا الحرير الصناعى هو أن المنسوجات المصنوعة منه كانت سريعة الاشتعال وتسببت فى وقوع بعض الحوادث الخطيرة، ولذلك لم يلق قبولا عند كثير من الناس، وطالبت شركات التأمين بتحريم إنتاجه.

ب - حرير الكوبرامونيوم:

كذلك حضرت خيوط لامعة أخرى من السليولوز تم فيه الاستغناء عن معاملة السليولوز بحمض النتريك. ومن أمثلتها معاملة السليولوز بمحلول الكوبرامنيوم (مركب من هدروكسيد النحاس مع النشادر)، وتذوب ألياف السليولوز فى هذا المحلول الذى يعطى خيوطا لامعة عند دفعه خلال مغزل إلى حوض به حمض الكبريتيك.

وهذه الطريقة أقل تكلفة من طريقة النتروسليولوز لعدم استخدام مذيبات عضوية غالية الثمن فيها، مثل الكحول أو الإثير. ولكن الخيوط الناتجة لم تكن لها مرونة كافية ولهذا تم الأستغناء عنها.

جـ - حرير الاستيات:

حضرت لأول مرة خيوط تشبه الحرير فى لمعانها وغير قابلة للاشتعال عام ١٩١٨ بواسطة الأخوين «درايفوس» فى سويسرا، وذلك بمعاملة السليولوز بحمض الخليك «حمض الأسيتيك» وعرفت المادة الناتجة باسم أسيتات السليولوز. وقد نجحا فى أول الأمر فى صنع فيلم رقيق من هذه المادة غير قابل للاشتعال، ثم تمكنا بعد ذلك من إنتاج خيوط رفيعة من هذه المادة، ولكنها لم تكن صالحة للغزل كما أنها كانت لا تقبل الأصباغ.

وقد تمكن الأخوان بعد ذلك من تحضير نوع جديد من أسيتات السليولوز بمعاملة ألياف السليولوز بخليط من حمض الخليك وأنهدريد الخليك فى وجود حمض الكبريتيك. وقد وجد أن هذه المادة تذوب بسهولة فى الأسيتون لتعطى محلولا لزج القوام، وعند إمرار هذا المحلول خلال مغزل دقيق الثقوب تندفع منه خيوط دقيقة بعد تبخر المذيب. وقد أمكن بعد ذلك سحب هذه الخيوط ولفها على بكرات خاصة.

وقد عرفت هذه الخيوط فيما بعد باسم حرير الأسيتات، كما عرفت أيضا باسم «السيلانيز». والحرير الناتج منها شديد اللمعان وناعم الملمس، ولا يمتص الماء

تقـريبا، ولا يقـبل الأصباغ، وقـد اعتبرت عـدم قابليتـه للصباغة إحـدى مميزاته الهامة.

وقد رفـضت أكثر شـركات النسـيج استخـدام هذه الخامـة الجديدة فى أول الأمر، إلا أن حرير الأسيتات أصبح منافسا للرايون فيما بعد.

د - الفسكوز والرايون:

تمكن اثنان من الكيميائيـين البريطانيين عام ١٨٩٢ من تحضير خـيوط لامعة من السليـولوز، وهمـا «تشـارلز كـروس» «Charles Cross» «وإرنست بيـفـان» «Ernest Bevan»، فـقد وجـدا أن ألياف السليـولوز تذوب بسـهولة فى الصـودا الكاوية، وعند معالجـة هذا السليولوز القلوى بثانى كبريتـيد الكربون أعطى سائلا لزجا له قوام العسل. وعنـدما دفعا هذا السائل من خلال مغـزل دقيق الثقوب إلى محلول حمضى لمعادلة القلوى، تكونت خيوط رفيعة لامعة أمكن نسجها فيما بعد وعرفت باسم *«خيوط الفسكوز»* «Viscose» .

وقـد عرف الحـرير الناتج باسم حرير الـفسكوز، وهو حـرير لامع السطح وناعم الملمس، ولكنه لا يشيع الدفء فى الجسم، ولذلك قل الطلب عليه.

وفى عام ١٩١٣ تقـدم رجل فرنسى يدعى «جودارد» بفكرة جـديدة لتصنيع نسيج أكـثر جودة من حرير الفـسكوز، وذلك بتقطيع خيـوط الفسكوز إلى أطوال قصيرة تعرف باسم«Staple fibres»، ثم تغزل هذه الخيوط بنفس الطريقة المتبعة فى غزل ألياف القطن، فتـتكون منها خيوط جديدة أكثر سـمكا، وأشد متانة، وينسج منها حرير لامع السطح ونـاعم الملمس، ويتحمل الغسيل المتكرر، كـما أنه يقاوم البلى، وقـد عـرف هذا الحـرير باسم حـرير «الرايون» ثم عـرف بعـد ذلك باسم «الرايون» فقط.

وقـد بدئ فـعلا فى إنتـاج الرايون عـام ١٩٣٤، وأدخلت على صنـاعتـه تحسينات كثيـرة بعد ذلك جعلته صالحا لصنع أشكال متعـددة من النسيج، بعضها نصف شـفاف، وبعـضـها الآخـر أكثـر سـمكا، واستـخـدم فى صنع السجـاد والمفروشات، كمـا استخدم فى صناعة إطارات السيارات بوضـعه بين طبقات من المطاط لزيادة قوة تحمله، وعرفت باسم «التيلة».

وكانت الخطوة الثانية لعلماء الكيمياء هى محاولة إنتاج ألياف صناعية مخلقة من بعض المواد الكيميائية المعروفة، لتحل هذه الألياف الجديدة محل الألياف الطبيعية، ويمكن استخدامها فى صنع مختلف المنسوجات والملابس والمفروشات وغيرها من الأغراض.

وقد نجح علماء الكيمياء فى ذلك فقاموا بتحضير أصناف جديدة من الألياف الصناعية التى تميزت برخص ثمنها، وبأنها لايعتمد فى إنتاجها على صلاحية التربة الزراعية وحالة الجو كما فى حالة الخيوط الطبيعية الناتجة من النباتات، وكذلك لا يتأثر إنتاجها بانتشار الأمراض أو الأوبئة كما فى حالة الخيوط التى تؤخذ من الحيوانات. ويضاف إلى ذلك أنه يمكن التحكم فى خواص هذه الألياف الصناعية بتغيير *تركيبها أو طريقة تصنيعها*.

وتعتبر المنسوجات والأقمشة المصنعة من خيوط كيميائية بحتة من أهم إنجازات الكيمياء العضوية الحديثة.

النايلون:

يعتبر النايلون من أوائل هذه المنسوجات الصناعية ومن أشهرها، وصاحب الفضل فى اكتشاف النايلون هو العالم الأمريكى «والاس كاروزرس» «Wallace Carothers»، وقد توصل إلى هذا الاكتشاف فى أثناء دراسته لعملية البلمرة عام ١٩٢٨. وقد احتاجت بلورة هذا الاكتشاف إلى وقت طويل وعمل مُضنٍ، حتى تمكن عام ١٩٣٥ من تحضير بوليمر جديد بتفاعل مركب «سداسى ميثيلين ثنائى الأمين» مع حمض به مجموعتا كربوكسيل ويعرف باسم «حمض أديبيك»، وله صفات مناسبة قد تؤهله لإنتاج الخيوط.

وقد قامت شركة «ديبون» «Dupont» الأمريكية بتجنيد عدد كبير من الباحثين لحل مشاكل تحويل هذا البوليمر إلى خيوط تصلح للنسيج. وقد نجحت التجارب المختلفة فى إنتاج هذه الخيوط، وظهرت فى الأسواق عام ١٩٣٨ جوارب للسيدات مصنوعة من هذه الخيوط التى عرفت باسم خيوط «نايلون٦٦»، حيث يرمز العدد ٦٦ إلى أن النايلون مصنع من مادتين تحتوى جزيئات كل منهما على ست ذرات من الكربون، ثم اختصر الاسم بعد ذلك إلى نايلون فقط.

وقد ظهر الإنتاج الحقيقى للنايلون فى الأسواق فى الولايات المتحدة عام ١٩٤٠، وأنتج منه فى ذلك العام نحو ٤٠٠٠ طن.

وقد بلغ من شهرة خيوط النايلون أنها أصبحت دليلا على الخيوط الصناعية الأخرى فى كثير من البلدان، مهما اختلف تركيب هذه الخيوط، كما أن هذا الاسم أطلق كذلك على ألياف البولى أميد الأخرى التى تستعمل فى كثير من الأغراض.

وتتم صناعة خيوط النايلون بصهر البوليمر، ثم دفع المادة المنصهرة خلال مغازل دقيقة الثقوب، فتتكون منها خيوط دقيقة تتجمد بمجرد تعرضها إلى الهواء. وعادة ما تشد خيوط النايلون فور تكونها إلى نحو أربعة أمثال طولها الأصلى، والهدف من ذلك هو جعل سلاسل جزيئاتها منتظمة ومتوازية مما يزيد كثيرا فى متانة هذه الخيوط التى تصبح بذلك خيوطا دقيقة السمك وتصل متانتها إلى متانة سلك من الصلب له نفس السمك.

ولا تتأثر خيوط النايلون بالغسيل، وهى لا تنكمش ولا تحتاج إلى الكى، كما أنها سريعة الجفاف ولا تنقطع بالشد.

وتصنع من خيوط النايلون أنواع من الأقمشة والسجاد والبطاطين، وفرش الأسنان وفرش الشعر، كما يصنع منها نسيج خاص لإطارات السيارات «التيلة» وبعض الخيوط الجراحية، ومضارب التنس، وكذلك الجوارب وبعض الملابس للسيدات.

ألياف صناعية أخرى:

هناك كثير من الألياف الصناعية التى ظهرت مؤخرا فى الأسواق، واستخدمت فى صنع الملابس وفى غيرها من الأغراض، منها على سبيل المثال:

الداكرون: Dacron

اكتشف الداكرون فى إنجلترا، وتصنع خيوطه من مجموعة من لدائن البولى استر، ثم انتشرت صناعته بعد ذلك فى أوروبا وفى الولايات المتحدة،

وأنتجت منه مادة تشبه الصوف صنعت منهـا بدل الرجال. ويتميز صوف الداكرون عن الصوف الطبـيعى فى عدم حاجـته إلى الكى، بالإضافـة إلى أنه يقاوم البلل، ومع ذلك يمكن غسله وتركه ليجف وحده، حيث تتساقط منه قطرات المياه؛ لأنها لا تمسك بأنسـجتـه، وسمـيت هذه الظاهرة باسم «Drip Dry». وقد اسـتخـدم الداكرون كذلك لصنع أغطية كثير من المفروشات وأنواع من الستائر وغيرها.

الأكريلان: Acrylan

تحـضر أليـاف الأكـريلان من مشـتـقات حـمض الأكريـليك مثل مـركب «أكريلونتـريل» وتتميز خيـوطه التى تشبه الصوف فى المحـافظة على دفء الجسم، وهو قد يستعمل وحده أو مع غيره من الخيوط الصـناعية أو الطبيعية فى صنع كثير من الأشياء مثل المعاطف والبطاطين وبعض أنواع المفروشات.

الأورلون:

يشـبه الأكـريلان فى خـواصه، واسـتعـمل بديلا للصـوف وهو أخف من الأكـريلان ولكنه لا يحتـاج إلى كى، وقـد استـخدم فـى صنع البدل والمعـاطف وغيرها.

ألياف الزجاج:

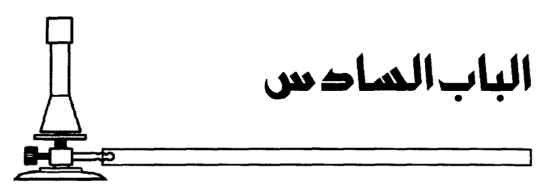
جميع الألياف التى سبق ذكرها تم تصنيعها من بوليمرات عضوية تعتمد فى تركيبها على ذرات الكربون، أما الألياف الزجاجية فهى ألياف غير عضوية وتعتمد فى تركيبها على ذرات السليكون.

عرف منذ زمن بعيـد أن الزجاج المنصهر يمكن سحبـه إلى ألياف أو خيوط رفيعة، ولكن هذه الخـيوط لم يكن من الممكن استخدامهـا فى آلات النسيج، فقد كان ذلك يحتاج إلى الحصول على خيوط زجاجية يقل قطر كل منها عن مائة جزء من المليمتر، حتى يمكن ثنيها ولفها على بكر، لأن الخيوط الزجاجية الأكثر سمكا من ذلك تكون قصيفة ولا تصلح لهذا الغرض.

وقد أمكن لأول مـرة سحب الزجـاج إلى خيوط رفـيعة جـدا عام ١٩٣١، وكان قطر هذه الخيوط لا يزيد عن ٠,٠٠٦ من المليمتر. وقد تم إجراء ذلك بدفع مصهور الزجـاج خلال مغزل من البلاتين به ثقوب دقيقـة، ثم سحب هذه الخيوط بسرعة كبـيرة فى تيار من البخار لتبريدها نسـبيا حتى تتجمد وتتـحول إلى خيوط مستقلة يمكن لف كل منها على بكرة كخيط متصل.

وهذه الخيوط الزجاجـية شديدة المتانة، فقوة شدها تزيد كثـيرا على قوة شد خيوط النايلون، إذ تصل قوة شدها إلى نحو ١٥٠ كيلوجرام للمليمتر المربع، بينما تصل قوة شد خيوط النايلون إلى نحو ٥٠ كيلو جرام للمليمتر المربع فقط.

وقد اسـتخدمت هذه الألياف أو الخـيوط الزجاجـية فى كثيـر من الأغراض وكان لها مجالات واسعـة للاستعمال لأنها غير قابلة للاشـتعال وتقاوم الأحماض ولها القـدرة على عزل الصوت والحـرارة مثل الزجاج نفـسه، كمـا أنها لا توصل الكهرباء، ولهذا اسـتخدمت هذه الخيوط فى صنع الملابس المقاومـة للحريق، كما صنعت منها خراطيم الميـاه وأنابيب نقل الأحماض، بالإضافة إلى استـخدامها فى عزل الصوت والكهـرباء وفى تغليف أنابيب البخار فى المصانع، وفى عـزل أجهزة التبريد وفى ترشيح المواد الأكالة فى المعامل الكيميائية وفى غير ذلك من الأغراض التى تكلمنا عنها عند الكتابة عن الزجاج.



الباب السادس

دور الكيمياء فى مجال الغذاء

- الكربوهدرات
- الدهون
- البروتينات والإنزيمات
- الفيتامينات



تعتــمد كل الكائنات الحيــة فى نموها على الغذاء، فهى إن لم تجـد ما تأكله ماتت وفقدت حياتها.

وأول من وضع تقسيمـا للمكونات الرئيسية للطعام هو الكيـميائى البريطانى «وليم براوت» «William Prout» عام ١٨٢٧، فـقد قسم الطـعام إلى ثلاثة أنواع رئيســية هى: البروتينات كـاللحم والبيض، والدهون مثـل المسلى وزيت الطعام، والكربوهدرات مثل السكر والنشادر والسليولوز.

وقــد كان للكيــميـاء دور هام فى اكــتشـاف تركـيب هذه المكونات، وأدت الدراسات الكيميائيـة الحيوية التى أجريت عليها إلى فهم أكثر لطبـيعة عمل جسم الإنسان، وإلى طرق أكثر تقدما فى تلافى الإصــابة بالأمراض والحفاظ على صحة الإنسان.

الكربوهدرات:

تبين بالتــحليل الكيميـائى أن جزيئات المواد الكربوهــدراتية تتكون من ثلاثة عناصر هى الكربون والهــدروجين والأكسجــين، وتبلغ نسبة العنصريــن الأخيرين فيها ٢:١، أى بنسبة وجودهما فى الماء، ولهذا سميت بالكربوهدرات «أى هدرات الكربون».

ويقــسم الكيمــيـائيون الكــربوهدرات إلى سكريات أحــادية مثل الجلوكــوز والفركــتوز وتتكون جــزيئاتهـا من ست ذرات من الكربون ($C_6 H_{12} O_6$)، وإلى سكريات ثنائية مـثل اللاكتوز والمالتوز والســكروز، ثم إلى عديدة السكريات التى تتكرر فى جــزيئـاتهـا وحدات مــن السكريات الأحــادية، ومن أمثـلتهـا النشــاط والسليولوز الذى قد يصل وزنه الجزيئى إلى أكثر من ٨٠٠,٠٠٠.

ويعتــبر الجلوكــوز من أهم هذه المركبات، وهــو يتكون فى عملية الــتخليق الضوئى فى النباتات، ويعد من أهم مصادر الطاقة فى جسم الإنسان. وتوجد هذه المواد الكربوهدراتية فى خـلايا النباتات، فيوجـد سكر الجلوكوز فى العنب وسكر الفركــتوز فى كـثيـر من الفاكـهة، وسكر اللاكــتوز فى اللبن، وسكر المالــتوز فى الشعير، وسكر السكروز فى القصب، على حين ينتشر النشا فى بروتوبلازم الخلية على هيئـة حبـيبات ويوجـد السليولوز فى جـدران هذه الخلايا وهو المســئول عن تكوين هياكل النباتات.

وهناك نوع من النشا الحيوانى يعـرف باسم الجليكوجين، وهو يتكون عندما يستقبل الجسم كميات زائدة من السكر، ويخزن عادة فى الكبد وفى العضلات. وقد تتحد الكربوهدرات مع بعض مكونات الخلايا الأخرى، فيتحد سكر الرايبوز مع الفوسفور وبعض القواعد العضوية ليكون الحمض النووى «رنا» «RNA»، كما يتحد سكر ديزوكسى رايبوز بنفس هذه المواد لتكون الحمض النووى «دنا» «DNA» وهى الأحماض النووية المسئولة عن نقل الصفات الوراثية فى الكائن الحى.

ويحصل سكان العالم على نحو ٧٠ ٪ من الطاقة اللازمة لأجسامهم وعملياتهم الحيوية من الكربوهدرات، وهى تتوافر فى كثير من النباتات مثل القمح والأرز والذرة والبطاطس والبنجر والقصب وغيرها.

الدهون:

تعرف الدهون كذلك باسم «الليبيدات» «Lipids» وهى كلمة مشتقة من اللفظ «Lipos» ومعناها الدهن.

وقد تبين بالتحليل الكيميائى أن الدهون عبارة عن إسترات من بعض الأحماض الدهنية مع الجليسرين وتعرف باسم الجليسريدات، وقد تكون هذه الأحماض مشبعة أو غير مشبعة، ويغلب أن تتكون الدهون التى نأكلها من سلاسل من الكربون تحتوى على أربع ذرات منها أو على عشرين ذرة على الأكثر. وعادة ما تكون الجليسريدات الناتجة من اتحاد أحماض دهنية غير مشبعة أو بها عدد قليل من ذرات الكربون، على هيئة زيوت فى درجات الحرارة العادية. وبصفة عامة يغلب أن تكون الدهون الحيوانية مشبعة لذلك فهى أصعب فى الهضم من الزيوت النباتية.

ولا تذوب الدهون عادة فى الماء، ولكنها تنتشر فى بروتوبلازم الخلايا على هيئة قطرات صغيرة جدا، وقد يذوب بعضها فى سوائل الخلية عند اتحاده بجزيئات أخرى تربطها بالماء. والدهون تحمل كذلك بعض الڤيتامينات التى تذوب فيها، وهى تسهل امتصاصها فى الجسم.

وتعتبر الدهون مصدرا هاما من مصادر الطاقة فى الجسم أكثر من الكربوهدرات والبروتينات، فالجرام الواحد منها يعطى عند احتراقه تسعة سعرات، على حين أن الجرام الواحد من الكربوهدرات أو البروتينات يعطى أربعة سعرات فقط، ولكن الكربوهدرات أسهل منها فى الاحتراق. ومن أمثلة الدهون النباتية زيت الزيتون وزيت بذرة القطن وزيت الذرة وزيت عباد الشمس وزيت فول الصويا، أما الدهون الحيوانية فمن أمثلتها المسلى وزيت السمك.

وهناك بعض الليبيدات المركبة وهى دهون تتحد بغيرها من المواد مثل الفوسفوليبيدات التى تحتوى فى تركيبها على الفوسفور والنتروچين وهى توجد فى أنسجة الخلايا العصبية. وهناك أيضا اللايبوبروتينات وهى دهون متحدة بالبروتينات، وتوجد فى نوى الخلايا وفى بعض جدرانها. كذلك تعتبر الستيرويدات من الليبيدات المركبة، وهى تنتج فى الكبد وتقوم بوظائف خاصة فى الجسم، وبعضها مثل الستيرولات يعمل كهرمونات تنظم مختلف أنواع الأنشطة فى الجسم.

$$\begin{array}{lcl} CH_2\,OH & & HOOC-R & & CH_2\,O.\,CO.\,R \\ CH\;\;OH & + & HOOC-R & \xrightarrow{3\text{-}HOH} & CH\;\;O.\,CO.\,R \\ CH_2\,OH & & HOOC-R & & CH_2\,O.\,CO.\,R \end{array}$$

جلسرين   حمض دهنى   جلسيريد (دهن)

البروتينات والإنزيمات:

تبين بالتحليل الكيميائى أن البروتينات جزيئات كيميائية عملاقة تتكون جزيئاتها باتحاد مجموعة من الأحماض الأمينية معا بحيث تتحد مجموعة الأمين المحتوية على النتروچين فى أحدها بمجموعة الكربوكسيل فى الحمض الآخر، وهكذا تتكرر مجموعة الببتيد (-NHCO-) على طول سلسلة البروتين. وتتشابه كل البروتينات فى هذه السلسلة الرئيسية التى تتكرر فيها رباطات الببتيد، ولكنها تختلف فى طبيعة المجموعة الجانبية المتصلة بهذه السلسلة.

$$\begin{array}{c} \quad R \qquad\qquad R' \qquad\qquad R'' \\ \quad | \qquad\qquad\quad | \qquad\qquad\quad | \\ (\text{- HN. CH. CO. NH. CH. CONH. CH. CO-})_n \end{array}$$

تتكرر السلسلة الرئيسية فى كل البروتينات ولكنها تختلف بعضها عن بعض فى طبيعة المجموعات الجانبية المتصلة بهذه السلسلة.

ولا تتشابه البروتينات بعضها مع بعض، فعدد الأحماض الأمينية التى تشترك فى تكوينها يبلغ عشرين حمضا أمينيا، والاحتمالات التى تترتب بها وحدات هذه الأحماض على طول السلسلة احتمالات تصل إلى الملايين، ولهذا فإن الاختلاف بين بروتين وآخر ينحصر فى أمرين: نوع الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، وترتيب هذه الأحماض على طول السلسلة، وهو ما يعرف باسم «التركيب الأولى».

ويتحدد كذلك نشاط البروتين فى الخلية بالوضع الفراغى لهذه السلاسل، فهى قد تنثنى على نفسها فى أوضاع خاصة بحيث لا يبقى منها مكشوفا إلى الخارج إلا مجموعات بعينها هى التى تقوم بالعمل فقط، ويرجع التواء السلسلة إلى وجود رباط هدروچينى بين ذرات النتروچين والأكسچين فى مجموعات الببتيد المختلفة. ويعرف هذا «بالتركيب الثانوى».

والبروتينات قد تكون بسيطة، أى تتركب من أحماض أمينية فقط، وقد تكون بروتينات مركبة، وذلك عندما تتصل بها مجموعات أخرى مثل الكربوهدرات أو الدهون أو أحماض الفوسفور، وتقوم كل خلية بتصنيع البروتينات الخاصة بها، فبروتينات خلايا الكلى مثلا تختلف عن بروتينات خلايا العضلات لأن لكل منها وظيفة تختلف عن الأخرى.

وكانت أولى البروتينات التى عرفت هى البروتينات التركيبية مثل «الكيراتين» الذى يوجد فى الأظافر وفى مخالب الحيوانات وفى ريش الطيور، وكذلك «الكولاچين» الذى يوجد فى أوتار العضلات وفى الأنسجة الضامة وغيرها، كذلك تكون البروتينات جزءا من الهيموجلوبين الذى ينقل الأكسچين إلى خلايا الجسم وكذلك «الإنسولين» الذى ينظم السكر فى الجسم وبعض الإنزيمات التى تهضم الطعام.

والإنزيمات جزيئات بروتينية تعمل فى الجسم مثل عوامل الحفز، فهى تساعد على إجراء التفاعلات دون أن تدخل فيها. وأول ما فصل من هذه الإنزيمات إنزيم «الدياستاز» ثم تم بعد ذلك فصل إنزيم «البيسين» من جدار المعدة، ثم إنزيم «اليورياز».

ويحدد تتابع الأحماض الأمينية فى جزىء الإنزيم، وكذلك الطريقة التى تنثنى بها سلسلته، وظيفة هذا الإنزيم، فلكل إنزيم تصنعه الخلية وظيفة بعينها لا يحيد عنها ولا يتدخل فى عمل غيره من الإنزيمات، والاختلاف فى المحتوى الإنزيمى بين الخلايا هو السبب الحقيقى فى أن بعض الخلايا تصبح خلايا عضلية وبعضها الآخر عصبية أو خلايا للكبد أو غير ذلك. وهو أيضا السبب فى أن تنمو بويضة مخصبة لتعطى حصانا، على حين تنمو بويضة أخرى لتعطى كائنا بحريا، لاختلاف ما بكل منها من إنزيمات، واختلاف التفاعلات التى تحفزها هذه الإنزيمات.

وقد بينت الدراسات أن نقص الكربوهدرات والدهون فى الجسم يؤدى إلى أكسدة جزيئات البروتينات للحصول على الطاقة، وبصفة عامة يحتاج الأطفال إلى كمية أكبر من البروتينات فى أثناء نموهم، وتحتاج إليها السيدات فى أثناء فترة الحمل.

الڤيتامينات:

كان من المعتقد أن الطعام إذا احتوى على الكربوهدرات والبروتينات والدهون، وبعض الأملاح والماء، يعتبر غذاءً كافيا للاحتفاظ بصحة الإنسان ولبناء أنسجة جسمه المختلفة، ولكن تبين عام ١٩٠٩ أن الغذاء لابد أن يحتوى على عناصر أخرى هامة سميت باسم الڤيتامينات وعرف فيما بعد أنها هى التى تحفز كثيرا من التفاعلات الكيميائية التى تدور فى خلايا الجسم.

والڤيتامينات مواد كيميائية ساعدت الكيمياء على اكتشاف تركيبها، وعلى تصنيع بعض منها فى المعامل، ولكن ذلك لم يحدث إلا مؤخرا، فقد كانت هذه المواد مجهولة التركيب مدة طويلة من الزمان.

ويتسبب نقص الڤيتامينات فى الجسم فى إصابة الإنسان بكثير من الأمراض مثل البلاجرا، والإسقربوط، والعشى الليلى، والكساح، كما أن هذا النقص يؤدى إلى تعرض الجسم للعدوى بالأمراض.

وقد عـرف الناس هذه الظاهرة عندما لاحظوا منذ زمن بعيـد أن عدم تناول الخضر الطازجة والفواكه، كمـا يحدث فى أثناء الرحلات الطويلة للسفن، يتسبب فى إصابة بحارة هذه السفن بمرض أطلقـوا عليه اسم «الإسقربوط»، وأنه لا يمكن الشفاء من هذا المرض إلا بتناول الخضر والفاكهة المحتوية على الڤيتامينات.

ويعتبر الطبيب الهولندى «كريستيان أيكمان» «Christian Eikman» من رواد دراسة الڤيتامينات، وكان يعمل فى إندونسيا عام ١٨٩٧ ولاحظ أن من يعتمدون فى غذائهم على الأرز الذى نزعـت قشرته يصابون بمرض يهـاجم الجهاز العـصبى عرف باسم «البـرى برى»، وأنه يمكن الشفـاء من هذا المرض بأكل الأرز دون نزع قشرته.

وفى عام ١٩١٢ أطلق الكيميائى البولندى «كازيمير فونك» اسم الڤيتامينات على هذه المواد الكيمـيائية الهـامة التى لابد من توافرها فى الـغذاء لضمان صـحة الإنسان، ومعنى هذا الاسم الأمينات الحيوية، وإن كان قد تبين فيما بعد أن بعضها لا يمت للأمينات بصلة، ولكـن هذا الاسم ما زال مستـعملا للدلالة عليهـا حتى الآن.

ونظرا لعدم معرفة علماء الكيمياء بتركيب هذه المواد فيما مضى، فقد أطلقوا عليها أسماء مشـتقة من الحروف الأبجدية، مثل ڤيتامين أ، وڤيتامين ب، ولكن يفـضل اليوم، بعـد أن عرف التـركيب الكيـميـائى لهذه المواد، إطلاق أسـمائـها الكيميائية عليها.

ولا يحتاج الجسم إلى قدر كبير من هذه الڤيتامينات، ولكنه يحتاج إلى قدر ضئـيل جدا منها للحفـاظ على صحة الإنسـان. ويتصور كثـير من الناس خطأ أن استخدام كمـيات أكبر من الڤيتامينات سوف يساعد على تحسـين صحتهم وزيادة نشـاطهم، ولكن هذا غـير حـقيـقى، بل قـد تكون له بعض الآثار الضـارة على صحتهم.

وقد حددت «أكاديمية العلوم الأهلية الأمريكية» U.S. National Academy of Science الكميات اللازم توافرها من الڤيتامينات يوميا فى طعام الإنسان، واستخدمت فى تحديد هذه الكميات أوزان صغيرة مثل المليجرام (جزء من ألف جزء من الجرام) والميكروجرام (جزء من مليون جزء من الجرام) والوحدات الدولية وهى تساوى واحدا على أربعين من الميكروجرام.

ڤيتامين أ: Vitamin A

يتكون جزيء ڤيتامين أ من عشرين ذرة من ذرات الكربون، وهو هام لصحة خلايا الجلد، ويؤدى نقصه فى الجسم إلى نقص فى الحيوية وإلى الإصابة بالعشى الليلى، وهو عدم الرؤية الجيدة فى الضوء الخافت، ويعتبر مرضا خطيرا بالنسبة لمن يقودون سياراتهم ليلا.

وڤيتامين أ لا يذوب فى الماء ولكنه يختزن فى الدهن، وأهم مصادره زيت كبد الحوت والزبد واللبن. ولا تحتوى النباتات على ڤيتامين أ، ولذلك تخلو منه الخضر والفاكهة، ولكن بعض هذه النباتات تحتوى على مركبات الكاروتين التى تتحول فى كبد الإنسان إلى ڤيتامين أ، مثل الجزر والسبانخ والطماطم والخوخ والموز والكنتالوب.

والقدر اللازم من ڤيتامين أ يوميا لصحة الإنسان لا يزيد على ٥٠٠٠ وحدة دولية، وعند تعاطى كميات كبيرة منه تحدث للإنسان بعض الأعراض المرضية مثل الصداع والشعور بالغثيان والإصابة بالحساسية وتضخم الكبد والطحال، وقد يؤدى ذلك فى بعض الحالات إلى سقوط الشعر والإحساس ببعض الآلام الروماتيزمية.

ڤيتامين ب المركب: Vitamin B Complex

ڤيتامين ب المركب عبارة عن مجموعة من المواد سهلة الذوبان فى الماء، ورغم عدم تشابهها فى التركيب الكيميائى إلا أنها تقوم بنفس العمل فى الجسم تقريبا، وهى غالبا ما توجد معا فى الغذاء، وهى الثيامين (ب١)، ورايبوفلافين (ب٢)، ونياسين (حمض نكوتنيك)، وبايريدوكسين (ب٦)، وحمض بانتوثنيك، وبيوتين، وحمض فوليك، وسيانوكوبالامين (ب ١٢).

الثيامين: ڤيتامين ب١ Thiamine

يختزن الثيامين فى الكبد والقلب وهو هام بالنسبة لعمليات الهضم والنمو السليم، كما يساعد على سلامة أنسجة الأعصاب. ويتسبب غيابه فى الإصابة بمرض البرى برى، ومن أعراضه الشعور بالإرهاق وفقدان الشهية واختلال عمليات الهضم والهزال وقد ينتهى الأمر بالشلل والوفاة. ويصاب بمرض البرى برى من يعتمدون فى غذائهم على الأرز المقشور مثل بعض سكان الشرق الأقصى. وتعتبر قشور الأرز وردة القمح من المصادر الغنية بالثيامين، كما يوجد فى الفول السودانى والبسلة والفاصوليا. والكمية اللازمة منه ١,٢ مليجرام فى اليوم.

الرايبوفلاڤين (ب٢) Riboflavine

يكون هذا الڤيتامين جزءا هاما من أحد الإنزيمات التى تساعد على تنفس الخلايا. ويختزل الرايبوفلافين فى الكبد وفى الكلى ويتسبب النقص فيه فى ضعف نمو الأطفال وتشقق الجلد وإصابته ببعض الأمراض الجلدية، كما يتسبب فى تورم اللسان وضعف نمو الأطفال وأحيانا يؤدى إلى ازدواج الرؤية. والكمية اللازمة يوميا لصحة الإنسان ١,٧ مليجرام.

النياسين Niacin

يعرف كذلك باسم حمض نكوتنيك، ويدخل فى تكوين النظام الخاص بنقل الهدروجين فى الخلايا، ويؤدى النقص فيه إلى الإصابة بمرض البلاجرا وهو مرض يصيب من يعيشون على الأرز المبيض والدقيق الأبيض الخالى من الردة، ومن أعراض هذا المرض الهزال واحمرار الوجه والإصابة بالإسهال، وقد يؤدى التأخر فى علاج المريض إلى إصابته بالجنون ثم الوفاة. ويوجد النياسين فى الكبد والخميرة واللبن والبيض وفى بعض البقول، وتحتوى الأسماك على مادة التربتوفان التى تتحول إلى النياسين فى الجسم. والكمية اللازمة لصحة الإنسان ٥ مليجرامات، ويحتاج من يعملون عملا يدويا إلى نحو ١٩ مليجراما فى اليوم.

البايريدوكسين (ب٦) Pyridoxine

هذا الفيتامين هام لصحة الجلد وسلامة النشاط العصبى وكذلك لعمليات تكوين البروتينات فى الجسم. وهو يوجد مع غيره من أفراد مجموعة فيتامين ب المركب فى الخميرة وفى الكبد والبيض وغيرها من الأغذية. والكمية اللازمة منه لصحة الإنسان نحو ٢ مليجرام فى اليوم.

حمض البانتوثنيك Pantothenic Acid

يعد حمض البانتوثنيك جزءا من «مساعد الإنزيم أ» الذى يدخل فى كثير من التفاعلات الكيميائية فى الجسم، ولذلك فهو يوجد فى كل الأنسجة الحية وأطلق عليه اسم بانتوثنيك؛ لأن كلمة بانتوثين «Pantothen» فى اللغة الإغريقية تعنى من كل مكان وهو يوجد فى الخميرة والبيض وفى اللحوم والكبد وفى العسل الأسود وفى الفاكهة، كما أنه يصنع فى الأمعاء بواسطة البكتريا ولهذا يندر أن يصاب الإنسان بنقص فى هذا الفتيامين.

ويؤدى النقص فى حمض البانتوثنيك إلى الإحساس بالصداع والشعور بالغثيان ونقص النمو عند الأطفال، ولا تزيد الكمية المطلوبة للجسم يوميا عن ١٠ مليجرامات.

البيوتين Biotin

يندر أن يشعر الإنسان بنقص فى هذا الفيتامين؛ لأن الجسم لا يحتاج إلا إلى قدر ضئيل جدا منه، كما أنه يتكون فى الأمعاء بواسطة أنواع من البكتريا ويوجد فى كثير من الأطعمة. وقد عرف هذا الفيتامين باسم «فيتامين هـ» فترة من الزمن وقد سمى باسم العامل المضاد لزلال البيض؛ لأن من يتغذى مدة طويلة على زلال البيض يصاب بالمرض وينقص وزنه ويفقد استقامة جسمه، ولكن كل هذه الأعراض تزول عند تناول البيوتين.

حمض الفوليك Folic Acid

اكتشف هذا الفيتامين أول مرة فى النباتات ذات الأوراق الخضراء ولذلك اشتق اسمه «فوليوم» «Foluim» من اللغة اللاتينية التى تعنى أوراق الشجر. ويوجد حمض الفوليك كذلك فى الفواكه وفى الكبد وفى الخميرة وعيش الغراب

ويؤدى النقص فيه إلى الإصابة بالأنيميا نتيجة لفشل نخاع العظام فى تكوين كرات الدم الحمراء، ولذلك فهو يعطى للمصابين بالأنيميا وبالحروق أو بالإشعاع أو للمصابين بكسور فى العظام، والكمية اللازمة منه يوميا للشخص البالغ نحو ٥٠ ميكروجراما.

سيانوكوبالامين (ب١٢) Cyanocobalamine

يحتوى جزىء هذا الڤيتامين على ذرة من الكوبلت فى تركيبه ولهذا سمى سيانوكوبالامين، وقد تبين أن المصابين بمرض الأنيميا الخبيثة يستردون صحتهم عند تغذيتهم على الكبد، وفى عام ١٩٤٨ تمكن العلماء البريطانيون والأمريكيون من عزل مادة مضادة لهذه الأنيميا، وسميت فيما بعد باسم سيانوكوبالامين أو ڤيتامين ب ١٢، وقد تبين من هذه التجارب أن ميكروجرام واحد من هذا الڤيتامين يمكن أن يعالج المصاب بالأنيميا، ولذلك فإن الكمية المطلوبة للشخص البالغ يوميا لا تزيد على ٣ ميكروجرامات فقط. ويوجد هذا الڤيتامين فى الكبد وفى البيض واللبن واللحوم، وقد استطاعت كيميائية بريطانية تعيين تركيب هذا الڤيتامين وحصلت بذلك على جائزة نوبل عام ١٩٦٤.

ڤيتامين جـ Vitamin C

اكتشف هذا الڤيتامين عام ١٩٣٧ ويعرف كذلك باسم حمض الإسكوربيك ويلعب هذا الڤيتامين دورا هاما فى سلامة جدران الأوعية الدموية فى الجسم وفى تكوين أنسجة الأسنان والعظام والأنسجة الضامة. وهو يختزن فى الكبد والكلى وكذلك فى بعض الغدد، ويطلق فى الجسم فى أثناء التوتر العصبى الشديد أو عند بذل مجهود عضلى غير عادى. ويؤدى النقص فى هذا الڤيتامين إلى الإصابة بمرض الأسقربوط وتورم اللثة والمفاصل وحدوث نزيف تحت الجلد. وتحتوى كثير من الخضر على هذا الڤيتامين، كما يوجد فى بعض الفاكهة وخاصة الموالح كالليمون والبرتقال. ويشبه ڤيتامين جـ السكر فى تركيبه. وهو يتأثر بالحرارة ويتأكسد سريعا بأكسچين الهواء ولذلك يفضل طهو الأطعمة فى أوعية الضغط بعيدا عن الأكسچين حتى يمكن الاحتفاظ بأغلب ما بها من هذا الڤيتامين. والكمية اليومية اللازمة لصحة الإنسان تتراوح بين ٣٠ - ٨٠ مليجراما.

ڤيتامين د Vitamin D

إن ما نسميه ڤيتامين د هو فى الحقيقة مجموعة من المواد التى لا تذوب فى الماء وتذوب فى الدهون، وأهمها ڤيتامين د٢ (أرجوكالسيفيرول) وڤيتامين د٣ (كولى كالسيفيرول). وتوجد هذه المجموعة التى نطلق عليها ڤيتامين د فى الحيوانات فقط. ولكن قد توجد فى النباتات مواد يمكن أن تتحول إلى ڤيتامين د بتأثير أشعة الشمس أو الأشعة فوق البنفسجية وتعرف باسم مشابهات ڤيتامين د «Provitamins» مثل الإرجوسترول وبعض مشتقات الكولسترول. ويعرف ڤيتامين د بأنه مضاد للكساح ويؤدى النقص فيه عند الأطفال إلى لين العظام فهو يؤدى إلى اختلال التوازن بين أيونات الكالسيوم والفوسفور فى الجسم، وقد ينتج عن ذلك كبر حجم المفاصل وتغير شكل القفص الصدرى والضعف العام وعدم انتظام الأسنان. وأهم مصدر لهذا الڤيتامين زيت كبد الحوت، والكمية اللازمة منه يوميا لصحة الجسم نحو ٤٠٠ وحدة دولية للأطفال وقد تقل عن ذلك بالنسبة للبالغين. ويمكن الحصول على هذا القدر من الڤيتامين بتعرض الجسم لأشعة الشمس أو الأشعة فوق البنفسجية لمدة قصيرة فيتحول بعض مشابهات هذا الڤيتامين الموجودة تحت الجلد إلى ڤيتامين د، ولهذا يندر أن يوجد مرض الكساح فى البلاد المشمسة. وقد تؤدى الزيادة فى هذا الڤيتامين إلى سحب الكالسيوم من العظام وزيادة كميته فى الدم الذى يترسب بعد ذلك فى الأنسجة اللينة ويكون الحصى فى الكليتين.

ڤيتامين ك Vitamin K

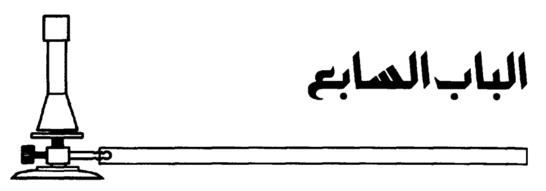
اكتشف وجوده باحث هولندى عام ١٩٢٩م حين وجد أن مادة مستخلصة من النباتات الخضراء والخضر تذوب فى الدهن ولها القدرة على إيقاف النزيف وأطلق عليه اسم ڤيتامين ك (K) حيث إنها الحرف الأول من الكلمة الهولندية Koagulation وهى تعنى تكون الجلطة. ويعرف ڤيتامين ك باسم «فيلوكينون» وهو مضاد للنزيف ويسبب تجلط الدم، واكتشف مشابه له عام ١٩٤٣ وسمى «فارنوكينون» كما ينتج حاليا مركب تخليقى يعرف باسم «منديون» له نفس فعل هذا الڤيتامين. ويوجد ڤيتامين ك فى السبانخ والطماطم وقشور الأرز وفى زيت الصويا. ويندر أن يتعرض الإنسان لنقص هذا الڤيتامين لأنه يتكون فى الأمعاء بواسطة نوع من البكتريا، ولكن هذه البكتريا لا توجد عند الأطفال وقد يتعرض بعضهم لنوع من النزيف ولذلك قد يحتاج الأمر إلى إعطائهم جرعة صغيرة من هذا الڤيتامين.

ڤيتامين Vitamin E E

عــبــارة عن مجــمــوعــة من المركــبــات من مجــمــوعــة «التــوكوفــيــرول» «Tocopherols» وهو مضــاد للعقم، ويندر أن يوجد نقص فى هذا الڤيتامين عند الإنسان، حيث إن الكمية اللازمة منه لصحة الإنسان لا تزيد على ٣٠ وحدة دولية يوميا ويمكن الحصول عليها من كثير من مواد الطعام.

وقد لعبت الكيــمياء دورا هاما فى اســتخلاص الڤيتامينات من مصادرها الطبيعيــة، كما استطاعت أن تعين التركيب الكيــميائى لكل منها، ومن الملاحظ أن التركيب الكيميائى لهذه الڤيتامينات يختلف من حالة إلى أخرى فــبعضها يتكون من الكربون والهدروچين فقط، وبعضها الآخر قد يحتوى على عنصر النتروچين، كذلك منها ما هو كــحول أو حمض، ومنها ما ينتمى إلى مجمــوعة الستيرويدات مثل ڤيتامين د ولهذا فإن وظائفها تختلف فى جسم الكائن الحى. وقد تمكن علماء الكيمياء من تخليق بعض هذه الڤيتامينات فى المعامل مثل ڤيتامين د وڤيتامين جـ وڤيتامين ك وأمكن بذلك إنتاجهــا فى شركات الأدوية بكميات كبيــرة تسمح بسد حاجة الإنسان المتزايدة إليها.

الباب السابع



دور الكيمياء فى مجال الزراعة

المخصبات

- المبيدات

- الأضرار الناشئة عن استخدام المخصبات والمبيدات



يتزايد الطلب على الغذاء اليوم فى كل مكان نتيجة للزيادة الهائلة فى أعداد سكان الكرة الأرضية. وتعتبر التربة الصالحة للزراعة مصدرا هاما من مصادر إنتاج الغذاء. وأى نقص فى مساحة هذه التربة الزراعية، أو أى نقص فى قدرتها على إنتاج المحاصيل الاقتصادية، يمثل خطرا كبيرا على الدولة؛ لأن ذلك سيجعلها أكثر اعتمادا على غيرها فى تدبير احتياجاتها من الغذاء، وقد يفقدها كثيرا من حريتها واستقلالها، ولا شك أنه فى العصر القادم ستكون الدولة القوية هى الدولة التى تستطيع أن تنتج غذاءها بنفسها.

ونظرا لأن التربة الزراعية الصالحة لزراعة المحاصيل، على مستوى العالم، محدودة إلى حد ما، فقد لجأ المزارعون إلى استخدام أنواع متعددة من المخصبات الزراعية، وهى مواد كيميائية تضاف إلى التربة لرفع محتوياتها من النتروچين والفوسفور وغيرها، أى لزيادة خصوبتها ولزيادة إنتاجها من الغذاء.

كذلك لاحظ المزارعون أن الآفات تستهلك قدرا كبيرا من المحاصيل الزراعية الاقتصادية التى يزرعونها، فلجأوا كذلك إلى استخدام عشرات من أنواع المواد الكيميائية الأخرى للقضاء على هذه الآفات.

وقد لعبت الكيمياء دورا رئيسيا فى هذا المجال، فقد ابتكر علماء الكيمياء أصنافا متعددة من المخصبات، كما قاموا بتحضير أصناف أخرى من المركبات التى تساعد على وقاية المحاصيل من الآفات والحشرات والأعشاب الضارة، بالإضافة إلى بعض المواد الأخرى التى تساعد على سرعة نضج النباتات ونموها، ومواد أخرى لحماية الثروة الحيوانية وغيرها.

وهناك عشرات الألوف من هذه المواد الكيميائية التى أنتجتها معامل البحوث فى الجامعات والشركات وغيرها ولكن عددا قليلا منها نسبيا هو الذى استخدم فى إخصاب التربة ومكافحة الآفات والحشرات.

المخصبات الزراعية:

تعتمد النباتات فى حياتها على ما تمتصه من أملاح من التربة الزراعية، فإذا لم تتوافر بعض هذه الأملاح أو العناصر بالتربة فإن النبات قد يذبل ويموت، أو قد يقل محصوله عن المعتاد وتتغير بعض صفاته الأساسية.

وتحتاج أغلب النباتات إلى نحو ٣٠ عنصرا كيميائيا على أقل تقدير، وأهمها عناصر النتروچين والفوسفور والأكسچين والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم وغيرها، كما أنها قد تحتاج إلى كميات ضئيلة جدا من بعض العناصر الأخرى مثل المنجنيز والنحاس والبورون.

وغالبا ما يستنفد ما بالتربة من عناصر النتروچين والفوسفور والبوتاسيوم بسبب زراعة الأرض لسنوات متوالية، فالقمح مثلا يحتاج الفدان منه إلى نحو ثمانية كيلوجرامات من النتروچين، وإلى نحو كيلوجرام من الفوسفور ونحو ٤,١ من الكيلوجرامات من البوتاسيوم، وقد تحتاج الذرة إلى أكثر من ذلك من كل من هذه العناصر الثلاثة، ولذلك يستلزم الأمر تعويض مثل هذه العناصر مرة أخرى بإضافتها إلى التربة.

وقد ظهرت قيمة المخصبات الزراعية لأول مرة عام ١٨٤٠، عندما نادى الكيميائى الألمانى «ليبج» بأن النبات يستطيع أن يصنع غذاءه من ثانى أكسيد الكربون والماء، ولكن يجب إضافة أملاح الفوسفور والبوتاسيوم والنتروچين إلى التربة التى ينمو بها هذا النبات.

أملاح النترات:

كانت نترات الصودا الموجودة طبيعيا بشيلى هى المصدر الأساسى للنترات قبل الحرب العالمية الأولى. وعندما بدأ الألمان الاستعداد لهذه الحرب، كان لابد من الاستغناء عن هذا المورد وتصنيع النترات محليا.

وكانت أولى محاولات تصنيع النترات عن طريق النشادر التى حضرها «فريتز هابر» (١٨٦٨ - ١٩٣٤) بتفاعل نتروچين الهواء مع الهدروچين الناتج من تحليل الماء كهربيا، وذلك عند درجة حرارة عالية وضغط مرتفع. وقد نجحت هذه الطريقة فى تحضير النشادر التى أعطت عند امتصاصها فى حمض الكبريتيك كبريتات النشادر التى حلت محل نترات شيلى مدة من الوقت.

وقد تمكن بعد ذلك الكيميائى الألمانى «ويلهلم أستوالد» من تحويل النشادر إلى حمض نتريك، وذلك بخلطها بالهواء وإمرار الخليط على شبكة من البلاتين الساخن لدرجة حرارة عالية، ثم امتصاص أكاسيد النتروچين الناتجة فى الماء.

وهكذا أمكن للإنسـان التحـرر من قيـود الطبـيعـة وأنتج من النشادر كـثيـرا من المخصـبات الزراعـية المحتـوية على النتروچين مـثل كبـريتات الأمـونيوم (٢١٪ نتروچين)، ونترات الجير (٢٠ ٪ نتروچين)، نترات الأمونيوم (٣٥ ٪ نتروچين)، والنتروچير (١٤ - ٢٠ ٪ نتروچين) وكذلك اليوريا (٤٦ ٪ نتروچين).

المخصبات الفوسفورية:

كان مسحوق العظام وبعض السماد العضوى يعتبر فيما مضى مصدرا رئيسيا للفوسـفور، ولكن هذا الخليط لم يكن كـافيا لتـعويض النقص فى الفوسـفور فى التربة الزراعية، ولهذا بدأ البحث عن بعض المصادر الطبيعية التى توجد بها أملاح الفوسـفات. وقـد وجدت بعد ذلك بعض منـاجم الفوسفـات فى ألمانيا وفـرنسا والولايات المتحـدة فى أول الأمر، ثم وجـدت بعد ذلك فى شمـال إفريقـيا وفى جمهورية مصر العربية وغيرها.

وتستخدم فوسفات الكالسيوم الطبيـعية فى صنع أسمدة أخرى بها نسبة أكبر من الفوسفور مثل السوبر فوسفات الناتجة من معاملة الفوسفات بحمض الكبريتيك أو السوبـر فوسفـات الثلاثيـة الناتجة عن مـعاملة فـوسفـات الكالسيوم بـحمض الفوسـفوريك، وذلك لأن فوسـفات الكالسيـوم لا تذوب فى الماء، على حين أن السوبر فـوسفات سهلة الذوبـان فى الماء ويستطيع النبات أن يمـتصها بسـهولة من التربة الزراعية.

أملاح البوتاسيوم:

أملاح البوتاسيوم من العناصر الهـامة واللازمة لنمو النباتات، ولذلك يجب تعويض ما يفقد منها من التربة بإضافة بعض أملاح البوتاسيوم إليها. وأهم مصادر أملاح البوتاسيوم توجـد طبيعيا فى منطقة «ستاسفورت» بألمانيـا، كما تم اكتشاف مصادر أخرى للبوتاسيوم عام ١٩٣٠ فى كاليفورنيا بالولايات المتحدة وفى تكساس ونيومكسيكو. وعادة ما تخلط أملاح البوتاسيوم مع بعض المخصبات الأخرى.

مخصبات مختلطة:

يمكن استـعمال بعض الأمـلاح مثل نترات البوتـاسيوم فى إخصـاب التربة الزراعية، وهى تحتوى على كل من النتروچين والبوتاسيوم. وفى كثير من الأحيان

يتم خلط أملاح البوتاسيوم بأملاح النترات وأملاح الفوسفور، وبذلك يمكن استخدام خليط واحد فقط لإخصاب التربة الزراعية. كذلك قد يضاف إلى المخصبات بعض العناصر النادرة التى قد يحتاجها النبات والتى لا تتوافر فى التربة فى بعض الأحيان، مثل الزنك والمنجنيز والنحاس والبورون والمولبدنيوم. كذلك استعملت مخاليط أخرى من الفوسفور والصوديوم والنتروچين والبوتاسيوم والكالسيوم على هيئة أملاح ذائبة فى الماء ترش بها بعض أوراق النباتات التى تمتصها بعد ذلك لتستخدمها فى عملياتها الحيوية.

المبيدات:

تتعرض المحاصيل الاقتصادية وأشجار الفاكهة لهجمات حشود هائلة من الحشرات التى تتغذى على النباتات، وتكلف الإنسان مبالغ طائلة تقدر بملايين الجنيهات، نظير ما يفقد من الفاكهة ومن هذه المحاصيل.

وتتعدد أنواع الحشرات التى تهاجم النباتات، فمنها ما يتخصص فى مهاجمة نوع واحد من المحاصيل، ومنها ما يعيش على أكثر من محصول، كذلك منها ما يأكل أوراق النباتات، ومنها ما يهاجم السيقان والجذور، ومنها أيضا ما يدمر الثمار، ولا تقف هجمات الحشرات على المحاصيل فى الحقول فقط، ولكنها تهاجم هذه المحاصيل فى الصوامع أيضا عند تخزينها.

ومن الحشرات كذلك ما يهاجم الأبقار والأغنام، فتؤثر بذلك على الثروة الحيوانية فى البلاد، ومنها ما ينقل الجراثيم والأمراض للماشية وللإنسان، مثل الملاريا، والحمى الصفراء، والتيفوس وغير ذلك.

والحشرات لها مقدرة كبيرة على التكيف والتهيؤ لمختلف الظروف المحيطة بها، فعندما يستعمل الإنسان مبيدا معينا ضد هذه الحشرات، نجد أنه بمرور الأجيال المتعاقبة من هذه الحشرات، تنشأ منها أجيال وقد اكتسبت مناعة متزايدة ضد هذا المبيد، وقد ينشأ منها جيل فى نهاية الأمر لا يتأثر بهذا المبيد على الإطلاق.

ولهذا السبب فإن عمل الكيميائيين الذين يحضرون مثل هذه المبيدات يصبح عسيرا، فإن عليهم دائما أن يعملوا ضد هذه المناعة الطبيعية للحشرات، وأن يبتكروا أنواعا جديدة من المبيدات لا تتأقلم عليها أجيال الحشرات المتعاقبة، ولهذا فإن المعركة بين الإنسان والحشرات معركة مستمرة ومتصلة الحلقات.

المبيدات الطبيعية:

لجأ الإنسان فى أول الأمر إلى استخدام بعض المبيدات التى أمدته بها الطبيعة على هيئة أملاح ومركبات طبيعية، فاستعمل الكبريت، ثم خليط من الكبريت والجير، وبعض أملاح النحاس مثل كبريتات النحاس وأوكسى كلوريد النحاس، وبعض أملاح الفلور مثل فلوريد الصوديوم والكرايوليت، ثم استخدم بعض أملاح الزرنيخ مثل زرنيخات الكالسيوم والرصاص، وكذلك أخضر باريس، ولكن هذه الأملاح الأخيرة كانت تمثل خطرا على الإنسان والحيوان.

كذلك استخدم الإنسان بعض المبيدات النباتية التى يحضرها النبات مثل كبريتات النيكوتين التى تحضر من مخلفات أوراق الدخان وصناعة السجائر، ومنها خلاصة البيريثروم الذى تزرع زهوره فى أواسط أفريقيا وفى البرازيل واليابان، كما استخدم بعض الخلاصات النباتية مثل الروتينون.

وقد استخدم الإنسان أيضا بعض منتجات البترول وقطران الفحم على هيئة مستحلبات فى مكافحة الآفات ومقاومة الحشرات، ولكن كل هذه المواد لم تكن كافية للقضاء على الحشرات، ولهذا لجأ الإنسان إلى ابتكار مواد جديدة فى المعامل يمكن أن تسهم بصورة أفضل فى مكافحة هذه الآفات.

المبيدات الكيميائية:

بدأ الإنسان فى استخدام المبيدات الكيميائية المخلقة فى المعامل منذ عهد قريب وذلك عندما تقدمت علوم الكيمياء. وقد تم تحضير أول هذه المركبات عام ١٩٣٠، وهو مركب « سالسيلانيليد » الذى عرف باسم « شيرلان »، ثم حضرت بعد ذلك عدة مشتقات من مركبات ثيوسيانات الألكيل مثل «الليثان»، وهذه المركبات الأخيرة لها القدرة على اختراق «الكايتين» الذى يغلف جسم الحشرة، ولكن توقفت البحوث الخاصة بهذه المواد عندما ظهر مبيد الحشرات المشهور باسم «د.د.ت» D.D.T .

مركبات الهالوجين:

حضر «د.د.ت» لأول مرة عام ١٨٧٤ بواسطة كيميائى ألمانى يدعى «زايدلر» «Zeidler» ولكن خواصه المبيدة للحشرات لم تكتشف إلا عام ١٩٣٩ على يد كيميائى آخر يدعى «مولر» «Muller» فى معامل شركة «جايجى»

بسويسـرا. وقد استـعمل «د.د.ت» كمـبيد للـحشرات عـام ١٩٤٢ وأنتجت منه كميـات هائلة فى أثناء الحرب العالميـة الثانية، واستـخدم لمنع انتشار التـيفوس فى نابولى بإيطاليا ولمكافحة الملاريا فى الهند.

وقد حضرت بعد ذلك مركبات مشابهة لمركب «د.د.ت» فى تركيبها، ومن أمثلتها مركب «مثيوكسى كلور» ومركب آخر يعرف باسم «د.د.د» وهى أقل سمية من مركب «د.د.ت» .

كذلك حضر الكيميائى الهولندى «فان ديرليندن» «Van der Linden» مركب هالوچينى آخـر يعـرف باسم « سداسـى كلورو الهكسـات الحقلى»، وذلك عـام ١٩١٢، ولكن خواصه المبـيدة للحشرات لم تكتـشف إلا فى عام ١٩٤٢، وينتج هذا المركب إضافة الكلور إلى البنزين وهو تفاعل ينتج فيه عدة أيسومرات، ويعتبر «أيسومر جامـا» الذى يتكون بنسبة ١٣ ٪ هو أنشط الأيسومرات وأكثـرها فعالية، ولذلك يعرف باسم «جامكسان» كما يعرف باسم «لندان» نسبة إلى اسم مكتشفه.

جامكسان أو لندان

د.د.ت D.D.T

وهناك مجموعة أخرى من مشتقات الكلور العضوية مثل «التوكسافين» وهو مشتق الكلور من مركب «الكامفين»، ومثل «الكلوردان» و«هبتاكلور» وكلاهما من مشـتقـات «سيكلوبنتـا دايين» وهى مبـيدات حـشرية قوية وكـذلك «الألدرين»، والاندرين وهما ينتميان إلى نفس المجموعة، وتتميز جـميعها بسميتها العالية وهى من أفضل المبيدات فى مكافحة آفات التربة .

مركبات الفوسفور:

وقد اسـتخدمـت بعض مركبـات الفوسـفور العضـوية كذلك فى مكافـحة الآفـات، وأولى هذه المركبـات يعـرف باسم «TEPP» وهو مـركـب «رباعى إثيل بيروفوسفات» وقد حضر عام ١٨٥٤ ولكنه لم يستعمل كمبيد إلا بعد انقضاء نحو ٨٠ عاما على تحضيره.

وقد بدأت خطة البحث عن مركبات الفوسفور العضوية فى أثناء الحرب العالمية الثانية فى معامل شركة «باير» بألمانيا وفى معامل شركة «سوندرز» بإنجلترا، وتم تحضير عدة مركبات منها «بستوكس» ويعرف كذلك باسم «شرادان» نسبة إلى اسم مكتشفه الألمانى «شرادر» «Schrader»، ومنها «سستوكس»، و«ديبتركس»، و«مالاثيون»، و«باراثيون» وغيرها .

$(CH_3O)_2P(=S)-S.CH.CO_2C_2H_5$ / $CH_2CO_2C_2H_5$

$(CH_3)_2N)_2P(=O)-O-P(=O)(N(CH_3)_2)_2$

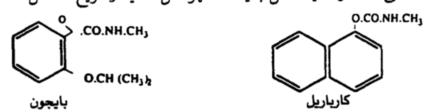
مالاثيون

شرادان أو بستوكس

وقد أنتج من هذه المبيدات الفوسفورية نحو ٣٢٠٠ طن حتى عام ١٩٦١، ارتفعت إلى نحو ٥٤,٥٠٠ من الأطنان عام ١٩٦٦ . والمالاثيون الذى حضر عام ١٩٥٠ بواسطة شركة «السياناميد الأمريكية»، هو أقل هذه المبيدات سمية بالنسبة للثدييات ولكن كلا من الدميفوكس والشرادان منع استعمالهما لسميتهما العالية بالنسبة للإنسان.

مركبات الكريامات:

تشبه هذه المركبات مركبات الفوسفور العضوية فى أثرها البيولوجى، وتتميز أغلب مشتقاتها بنشاطها الواضح ضد الحشرات. وأول ما عرف من هذه المواد مركب« إيزولان» ثم مركب «كارباريل» ويعرف تجاريا باسم «سفين»، وهو يشبه «د.د.ت» فى فعله وقد يستعمل بديلا له فهو أقل سمية وسريع التحلل.



بايجون

كارباريل

وقد حضر «بايجون» بواسطة شركة «باير» الألمانية عام ١٩٥٩، وهو سريع المفعول وخاصة بالنسبة للذبابة المنزلية والصراصير وغيرها، وهناك مركبات أخرى من هذه المجموعة مثل «نيوستجمين» و«زكتران» و«الديكارب» الذى يعرف أيضا باسم «تيميك» ولكن منع استخدامها لسميتها العالية.

مبيدات الفطريات:

استعـمل الكبريت لمقاومة الفطريات فـيما مضى، على هيئـة سائل برتقالى يحضـر بإضافة الكبـريت إلى معلق الجيـر المطفأ فى الماء عند درجة الغليـان. وقد استعمل بعد ذلك خليطا من كبـريتات النحاس والجير عرف باسم «خليط بوردو»، ثم استعـمل بعد ذلك خليطا آخر عرف باسم «خليط بورجندى» نسـبة إلى المنطقة التى استخـدم فيها فى فرنسا، وتسـتعمل حاليا بعض أملاح النحـاس فى مكافحة الفطريات التى تنمو عـلى أشجار الفاكـهة مثل التـفاح والكمثرى وغـيرها، ومن أمثلتها أوكسى كلوريد النحاس $Cu\ CL_2 . 3\ Cu\ (OH_2)$.

وقد استعـملت أملاح الزئبق لمكافحة الفطريات، وخاصة مركـباته العضوية مثل «أسـيتات فنيل» الزئبق وهى أكـثر تطايرا من مركـبات الزئبق غير العـضوية، ولذلك يسهل انتـشارها بين النباتات وفى خـلال التربة. كذلك استـعملت بعض أملاح النيكـل سهلة الذوبان فى الماء، مثل «كـلوريد النيكل» الذى استـعمل على هيئـة محلول مخفـف فى مقاومة صـدأ القمح، ولكن أى زيادة فى تركيـز أملاح النيكل يؤدى إلى تسمم النبات.

وتعتـبر أملاح القصـدير ومركباته العـضوية أفضل من مركـبات الزئبق لقلة سميتها ويـعد «مركب ثلاثى بيوتيل أكسيد القصدير» من أفضل مـركبات القصدير العضوية فى مكافـحة الفطريات. حتى أنه استعمل فـى صناعة النسيج لمنع تعطن الأليـاف، وفى حفظ الأخـشاب وفى صنع طلاء مـانع للحشف تطلى به هيـاكل السفن.

$$(C_4 H_9)_3 - SN \diagdown \quad O \quad \diagup (C_4 H_9)_3 - Sn$$

ثلاثى بيوثيل أكسيد القصدير

$$(C_6 H_5)_3 - SN^+ \ CH_3 COO^-$$

أسيتات ثلاثى فينل القصدير

وتعتبر مشتقات القصـدير العضوية المحتوية على مجموعات فنيل ($C_6 H_5$-) أقل سمية بالنسبة لكل من النباتات والثدييات، ومن أمثلتها مركب «أسيتات ثلاثى

فنيل القصدير» المعروف باسم «فنتين» «Fentin» الذى أنتجته شركة «هوكست» الألمانية وهو من أفضل هذه المركبات فى مكافحة الفطريات التى تنمو على البنجر والبطاطس.

كذلك تعتبر مركبات «ثنائى ثيوكرباماتو» من أفضل المبيدات العضوية للفطريات رغم أنها كانت تحضر أصلا لاستخدامها عوامل مساعدة فى فلكنة المطاط، ومن أمثلتها مركب «ثيرام» «Thiram» الذى استعمل فى مكافحة الفطريات التى قد تنمو على الخس والفراولة وغيرها، وكذلك مركب «نابام» «Nabam» الذى استخدم فى مكافحة الفطريات التى تنمو على الطماطم والبطاطس وغيرها، وهى تتميز بقلة سميتها.

كذلك استخدمت مشتقات الفينولات المحتوية على الكلور لحفظ الأخشاب وبعض أنواع النسيج من مهاجمة الفطريات مثل «خماسى كلوروفينول» و«ثنائى كلوروفين» و«٢ , ٤ - ثنائى نترو أورثوكريزول» (DNOC).

وهناك مبيدات أخرى للفطريات تنتمى إلى مجموعات أخرى من مجموعات الكيمياء العضوية مثل مشتقات الكينون والسلفونا ميدات، والبيريميدين.

مبيدات الأعشاب:

هناك بعض النباتات الصغيرة أو الأعشاب التى تنمو وحدها فى الحقول، وتنافس بعض المحاصيل الاقتصادية التى يحتاجها الإنسان، فى الحصول على المادة الغذائية الموجودة بالتربة. وقد استعملت بعض المواد الكيميائية منذ زمن بعيد فى قتل هذه الأعشاب، مثل الكريوزوت وكلورات الصوديوم وحمض البوريك واستخدم حتى حمض الكبريتيك لهذا الغرض، ولكن بعض هذه المواد كان يصيب المحاصيل ببعض الأضرار، كما كان يفسد التربة فى أغلب الأحيان، ويجعلها غير صالحة للزراعة لمدة طويلة قد تصل إلى عدة سنوات.

وقد استخدم «ثنائى نترو أورثوكريزول» «DNOC» فى قتل الأعشاب فى فرنسا عام ١٩٣٣ تحت اسم سينوكس فى حقول القمح، ولكن تبين أن هذا المركب يضر كثيرا بالحيوانات التى تعيش فى الحقول بكل أنواعها.

وأهم المركبات العضوية التى تستعمل فى إبادة الأعشاب، مركب «ثنائى كلورو حمض فينوكسى أسيتيك» الذى يعرف باسم ٢ ,٤ - د «2,4-D »، وكذلك مركب مشابه له يعرف باسم (MCPA)، كما يستخدم مركب ثالث يعرف باسم «ثلاثى كلورو حمض فينوكسى اسيتيك» (2,4-T).

٢ ,٤ ثنائى كلوروحمض فينوكسى أسيتيك (٢ ,٤ - د)

بيكلورام

كذلك استخدمت بعض مشتقات حمض البنزويك مثل «ثلاثى كلورو حمض البنزويك» (TBA) ومثل «الديكامبا» فى إبادة الأعشاب عريضة الأوراق. ويعتبر البيكلورام أحد مشتقات البيريدين الهالوچينية وهو من أشهر المبيدات المعروفة لإسقاط الأوراق وقتل الأشجار، ونظرا لأنه شديد الثبات فقد أصبح استعماله محدودا إلى حد كبير.

الأضرار الناشئة عن استخدام المخصبات والمبيدات:

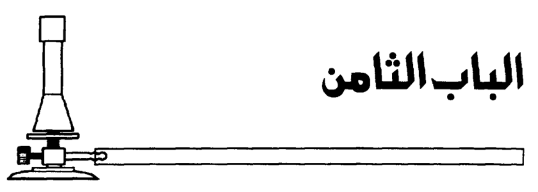
يؤدى الإفراط فى استخدام هذه المركبات الكيميائية إلى كثير من الأضرار للبيئة، فكثير من هذه المواد شديد الثبات ويبقى فى التربة زمنا طويلا، وقد يتسرب بعضا منها إلى المياه الجوفية والمجارى المائية، وقد يصل إلى مياه الشرب.

وبالنسبة للمخصبات تعتبر أملاح الفوسفات التى تزيد عن حاجة النباتات وتبقى فى التربة شديدة الضرر، فهى تؤدى إلى تكوين مركبات غير ذائبة مع كثير من الفلزات النادرة التى يحتاجها النبات، وبذلك تمنعه من الاستفادة بها، كما أن تسرب الفوسفات إلى المجارى المائية يؤدى إلى الحالة التى نسميها التشبع الغذائى، فتكثر الطحالب والبكتريا اللاهوائية بالمياه، وتنمو بها النباتات وتتشابك مما يؤدى إلى قتل الأسماك وأغلب الكائنات البحرية الأخرى.

كذلك فإن ما يزيد عن حاجة النبات من أملاح النترات قد يصل إلى المياه الجوفية والمجارى المائية، ومنها يذهب إلى مياه الشرب. وقد تتحول أيونات النترات إلى أيون النتريت السام بواسطة بعض البكتريا الموجودة بجسم الإنسان، ويتسبب أيون النتريت فى تغير طبيعية الدم ويجعله غير قادر على نقل الأكسچين إلى خلايا الجسم. كذلك قد يتحد أيون النتريت مع بعض الأمينات الموجودة بالجسم مكونا مركبات «النتروزامين» وهى مواد مسرطنة وشديدة السمية.

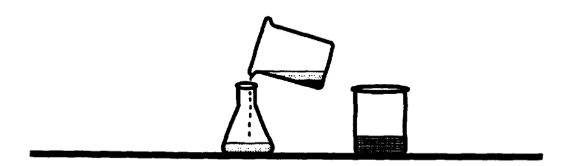
أما بالنسبة للمبيدات فهى قد تقتل الحشرات النافعة مع الحشرات الضارة، كما أن بعض النباتات تمتص جزءا من هذه المبيدات وتنتقل منها إلى الحيوانات وتظهر فى لحومها وألبانها ثم تنتقل بعد ذلك إلى الإنسان. كذلك فإن استعمال تركيزات عالية من هذه المبيدات يقتل الطيور والماشية ويسبب ظهور حالات من التسمم بين الأفراد. وقد أدى الإسراف الشديد فى استعمال «د.د.ت» إلى وجود آثاره فى كل مكان حتى أنه يقال أن هناك نسبة ما من هذا المبيد فى جسم كل إنسان على سطح الأرض.

الباب الثامن



دور الكيمياء فى مجال الصناعة

- الأصباغ والمواد الملونة
- اللدائن
- المطاط
- المنظفات الصناعية والشامبو



الأصباغ والمواد الملونة:

تمثل كيمياء الأصباغ والمواد الملونة أحد الإنجازات الهامة التى قام بها علماء الكيمياء. وقد بدأ هؤلاء العلماء بقطران الفحم وخلقوا من مواده آلافا من الأصباغ متعددة الألوان، التى فاقت فى كثير من الأحيان، الألوان الطبيعية التى نراها حولنا، فى تجانسها، وزهوتها، وثباتها.

وتستعمل هذه الأصباغ اليوم فى تلوين كل شىء حولنا، فتصبغ بها الملابس التى نرتديها، والسجاد الذى نسير عليه، والستائر التى نضعها على النوافذ، والأوراق التى نغطى بها الجدران، والصور الملونة التى نراها فى كتبنا، والتى نلتقطها بآلات تصويرنا.

وقد بدأت بحوث الكيمياء فى ألمانيا فى مركز أعد خصيصا لذلك، وعندما أرادت إنجلترا أن تنشئ مركزا للبحوث خاصا بها استشارت «يوستس فون ليبج» (١٨٠٣ - ١٨٧٣)، وكان يعمل أستاذا بالجامعة فى ألمانيا، فرشح لها أحد العلماء الألمان الشبان وهو «هوفمان» (١٨١٨ - ١٨٩٢) لرئاسة الكلية الملكية للكيمياء التى أنشئت فى لندن عندئذ.

وكانت أبحاث هوفمان تدور حول الأنيلين وبعض مشتقاته، وكان يرى أن المواد المحضرة من قطران الفحم سيكون لها يوما ما نفع عظيم، وقد تصنع منها مستقبلا مواد ملونة زاهية الألوان، وقد تحققت نبوءة «هوفمان» فيما بعد على يد شاب إنجليزى يدعى «وليم هنرى بركن» (١٨٣٨ - ١٩٠٧)، وكان «بركن» تلميذا فى ذلك الوقت، ثم أصبح مساعدا لهوفمان فيما بعد.

وقد قام «بركن» بإضافة بضع قطرات من حمض الكبريتيك إلى الأنيلين، ثم أضاف بضع بلورات من ثانى كرومات البوتاسيوم، وهى مادة مؤكسدة، فتكون من هذا الخليط عند تسخينه راسب أدكن اللون، ولكنه أعطى محلولا أرجوانى اللون، ووجد «بركن» أن هذا المحلول يصبغ الحرير بلون أرجوانى ثابت.

وقد أطلق عليها بركن اسم «بركن موف»، وكانت أولى الأصباغ التى حضرها الإنسان، واستعملها بعض الصباغين فى إنجلترا لأنها كانت أكثر ثباتا من الأصباغ النباتية.

وقد تمكن «بركن» من تحضير عدة أصباغ جديدة، مثل الماجنتا، وأحمر الأنيلين، وأخضر بركن، والأليزارين. كذلك استطاع «هوفمان» أن يحضر في معمله عدة أصباغ أخرى مثل بنفسجي هوفمان، وأخضر النيل، ونجح عندما عاد إلى ألمانيا في دفع صناعة الأصباغ الألمانية فظهرت في الأسواق أصباغ جديدة مثل «أندولين كارو» الزرقاء، و«أصفر مارينوس».

وفي عام ١٨٧٥ عين عالم بارز يدعى «أدولف فون باير» (١٨٣٥ - ١٩١٧) أستاذا للكيمياء في جامعة ميونيخ خلفا للعالم «ليبج»، وكان له هو وأحد مساعديه عام ١٨٦٨ فضل التعرف على تركيب الأليزارين وتبين أنها مشتقة من الأنتراسين الذي يحصل عليه من قطران الفحم. وكانت صبغة الأليزارين تستخلص من جذور بعض النباتات، ولكن تم تصنيعها بعد ذلك بواسطة شركة «باديشه للأنيلين والصودا» (BASF) ووصل إنتاجها إلى نحول ١٠,٠٠٠ طن في العام.

وكانت صبغة «الأنديجو» (النيلة) إحدى الأصباغ الهامة التي تستخلص من نبات النيلة، وكانت معروفة في بريطانيا وفي بعض الدول الأوروبية قبل أن «يغزوها الرومان». وقد تمكن «باير» معتمدا على تجارب آخرين من معرفة تركيب هذه الصبغة واسمها العلمي «أنديجوتين» ثم قامت شركة «باديشه» بتصنيعها عام ١٨٩٧ من الأنيلين.

الأليزارين　　　　　　الأنديجوتين

وقد حضرت أصباغ أخرى تنتمي إلى الأليزارين وهي تعرف باسم «أصباغ الكوينون» ومنها «الأليزارين الأزرق B» «والسوبرانول الأزرق GG»، و«كاليدون الأصفر 4G» وغيرها .

وقد ظهرت بعد ذلك مجموعة من الأصباغ تعرف باسم «أصباغ الآزو»، وقد حضرت أول صبغة من هذا النوع عام ١٨٥٩ وعرفت باسم «أصفر الأنيلين»،

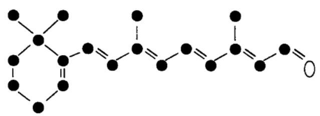
وبحلول عـام ١٨٨٥ كانت هـناك آلاف من هذه الأصبـاغ مثـل «بسمـارك البنى» و«أحمـر الكونجو» وصنعت منهـا شركة «أجـفا» (AGFA) وشركـة باير أصبـاغا صفراء وبرتـقالية وحمراء وزرقـاء تصلح لصباغة القطن، وأصباغا أخـرى تحتوى على نواة ألنفتـالين وتصلح لصباغـة الصوف، مثل «الأحـمر الثابت»، و«نافـتول الأسود»، وهى تصلح كذلك لصباغة الحرير والجلود وغيرها.

وهناك أنواع أخـرى من الأصباغ مـثل أصبـاغ «الفثالوسـيانين» و«الأصـباغ النشيطة» وغيرها. وقد استطاع الإنسـان بمضى الوقت أن يكتشف تركيب كثير من المواد الملونة الموجودة طبيعيا فى الكائنات الحية من نبات وحيوان.

ولا تنتمى كل المواد الملونة الطبـيعية إلى طائفة الأصـباغ، فالمادة الملونة التى تسمى صبغا يجب أن تتصف بصفات مـعينة، فتكون لها القدرة على التماسك مع ألياف النسيج، أو تكون بجـزيئاتها مجمـوعة يمكن أن تتحد بإحدى المجـموعات الكيمـيائية فى النسـيج وأن تكون ثابتة إلى حد كـبير فـلا يتغير لونهـا بتعريضـها للضوء، ولا يزول لونها بالغسل بالماء والصابون.

وبعض المواد الملونة الطبيعـية له خواص الأصباغ، وبعضـها الآخر ليست له هذه الصفات، ويطلق على هذه الأخيرة اسم «الخضـاب»، ولها فوائد كثيرة، فهى التى تعطى الزهور والفراشات وغيرها ألوانها الجميلة، وتشعرنا بجمال الحياة، كما أن منهـا ما هو ضـرورى لحيـاة الكائنات، مثل المادة الملونة الخـضراء التى تـوجد بأوراق النبـاتات وتعرف باسم « الكلورفـيل» ومثل مـادة الهيم حمـراء اللون التى تتحد بالجلوبين وتوجد فى كريات الدم الحمراء فى دم الإنسان.

وتوجد مادة ملونة هامة أخرى فى عيـون الإنسان وبعض الفقاريات وتعرف باسم «رودوبسين» أو «بنفـسجى الرؤية»، وهى المادة المسئولة عن الرؤية، فـعندما يقع عليـهـا الضوء يزول لونـها ويتكون بـدلا منها فـيتامـين أ، ثم يعـود لون الرودوبسين للظهور فى شبكية العين فى الظلام ويختـفى فيتامين أ، ومن المعروف حاليا أن الرودوبسين تتكون من مادتين إحداهما بروتين لا لون له يسمى «أوبسين» والأخرى صبغ أصفر من مركبات الكاروتين يعرف باسم «رتينال» نسبة إلى شبكية العين.



ترانس رتينال

وعندما يقع الضـوء على الرودوبسين تتـحول الهيـئة الفراغـية للرتينال من «سس» إلى «ترانس» الذى يتحد بالهدروچين مكونا فيتامين أ، الذى يتحول بدوره إلى «سس رتينال» مرة أخرى عند زوال الضوء. ويقدر العلماء الزمن اللازم لتحول الرتينال من الهيئة الفـراغية «سس» إلى «ترانس» أو العكس بنحو ١٠-١٢ جزء من الثانية، أى جزء من مليون مليون جـزء من الثانية مما يدل دلالة واضحة على شدة حساسية شبكية العين للضوء.

وتوجد مواد ملونة أخرى مشابهة فى عـيون الكائنات الحية الأخرى، فيوجد بورفيروبسين»[١] فى الأسماك، وأيودوبسين فى الدجاج.

ومادة الهـيم الموجودة بالهيمـوجلوبين من مجمـوعة «البورفيـرين» وتتوسط حلقاتـها ذرة واحدة من ذرات الحـديد، وهى التى تعطى الدم لونه الأحـمر وهى المسئولة عن نقل الأكسچين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم.

$CH_2=CH$ — CH_3 — CH_3 — $CH=CH_2$ — N — Fe — CH_3 — CH_3 — CH_2 — CH_2 — CO — OH

الهيم

جلوبين

الهيموجلوبين

---

(١) بورفير Porphyr تعنى أرجوانى، وأيود Iod تعنى بنفسجى.

ومادة الكلورفيل خضراء اللون هى الأخرى من مجموعة «البورفيرين» وتتوسط حلقاتها ذرة واحدة من ذرات المغنسيوم، وهى تساعد على صنع الغذاء فى النباتات فى العملية المعروفة باسم التخليق الضوئى.

وهناك مواد ملونة من نفس النوع توجد فى أجنحة بعض الطيور ولكن تتوسط حلقاتها ذرة من النحاس، كما أن بعض مركبات البورفيرين التى توجد أحيانا فى البترول تتوسط حلقاتها ذرة من النيكل أو ذرة من الفناديوم.

وتوجد مركبات «الزنثوفيل»[1] فى كثير من الزهور الصفراء، وفى بعض الجذور والثمار، كما قد توجد فى الطحالب، وهذه المواد هى التى تجعلنا نرى أوراق الأشجار صفراء اللون فى فصل الخريف أو عندما توضع النباتات فى الظل، والسبب فى ذلك هو اختفاء اللون الأخضر للكلوروفيل وزيادة تكوين الزانثوفيل.

وعادة ما تكون الزهور خضراء اللون فى أول نشأتها، وعندما تنمو وتزدهر يختفى منها الكلوروفيل وتتكون بدلا منه أنواع من الخضاب الأحمر والأزرق.

كذلك هناك مواد ملونة أخرى من مجموعة «الأنتوسيانين» ذات الألوان الزاهية وهى تفقد ألوانها عندما يأتى الشتاء، ولذلك تتحول بعض أوراق الأشجار إلى اللون البنى فى فصل الشتاء، ومن الملاحظ أن بعض أوراق الأشجار تتحول ألوانها فى الخريف أو فى فصل الشتاء، من اللون الأخضر إلى اللون الأحمر، ويرجع السبب فى ذلك إلى اختفاء الكلوروفيل من هذه الأوراق، وتكون مواد ملونة أخرى بها مثل «رودوزانثين».

وبعض الحشرات تنفث كينونات ملونة عند إزعاجها، مثل خنفسة الدقيق التى تنفث خليطا مثل «مثيل وإثيل بنزوكينون» لونه وردى ضارب إلى الحمرة. وبعض الثمار مثل التفاح أو البطاطس عند قطعها وتعرضها مدة من الزمن للهواء، يتحول لونها إلى لون بنى، وذلك بسبب تأكسد ما بها من بعض الفينولات مثل «الكاتيكول» إلى كينون وهدروكسى كينون الذى يتبلمر بعد ذلك إلى مواد سوداء اللون.

---

(١) ميلانMelan تعنى أسود . زانثو Xantho تعنى أصفر.

وتتكون أصباغ «الميلانين» سوداء اللون فى جلد الإنسان نتيجة لتحول الحمض الأمينى «تايروزين» فى وجود إنزيم «التايروزيناز»، وعند غياب هذا الإنزيم من الجسم يصبح الكائن من نوع «الألبينو» الأبيض.

كذلك ينتج الحبر الأسود الذى يطلقه الأخطبوط، أو السبيط عند شعوره بالخطر نتيجة لأكسدة الكينونات بواسطة الإنزيم المؤكسد السابق فتتحول إلى أصباغ الميلانين السوداء التى تفرز على هيئة معلق أسود اللون.

وهناك كينونات أخرى لها صفات الأصباغ مثل كينون «لوسون» الذى يفصل من الحنة المصرية، ويستخدم فى صباغة الجلود باللون البرتقالى، وكينون «جوجلون» الذى يستخرج من أشجار الجوز، ويستخدم فى صباغة الصوف والشعر باللون البنى.

كذلك تشترك مركبات «الفلافون»[1] فى تكوين كثير من المواد الملونة فى النباتات ويوجد عدد كبير منها فى النباتات كما فى المقدونس والكرفس وغيرها، كما توجد بعض مشتقاتها من مركبات «الأنثوسيانين» فى كثير من الزهور. وبعض هذه المركبات لها صفات الأصباغ مثل «الجنستين» أصفر اللون، و«الكويرسيتين» بنى اللون، وهى تستخدم فى الصباغة فى وجود مرسخ مثل الشب. أما الأنثوسيانينات فيتراوح لونها بين الأزرق والبنفسجى، وبين الأحمر كما فى بعض أنواع الورود.

وتوجد مجموعة أخرى من المواد الملونة فى أجنحة بعض الفراشات متعددة الألوان وهى تعرف باسم «بتيرين» «Pterins» نسبة إلى كلمة «Pteron» الأغريقية وتعنى جناح، ومنها «إريثروبتيرين»[2] ذات اللون الأحمر و«كرايزوبتيرين» ذات اللون الذهبى الجميل.

وهكذا كان للأصباغ والخضاب دور هام فى حياتنا اليومية، سواء الموجود منها فى الطبيعة، أم تلك التى حضرها الإنسان، فهى قد جعلت كل ما يحيط بنا أكثر جمالا، وجعلت حياتنا أكثر بهجة وبهاء.

---

(١) فلافو Flavo تعنى أصفر.

(٢) اريثرو Erythro تعنى أحمر، وكرايزو Chryso تعنى ذهبى.

اللدائن: Plastics

اللدائن مجموعة من المواد العضوية المخلقة تتصف بكبر حجم جزيئاتها، كما تتصف بمرونتها وبأنها يمكن تشكيلها بصبها فى قوالب باستخدام الحرارة أو الضغط أو بكليهما معا ويطلق أحيانا على بعض هذه المواد اسم «راتينجات» «Resins» لأنها تشبه فى بعض مراحلها بعض الراتينجات الطبيعية التى نعرفها.

واللدائن عبارة عن «بوليمرات» «Polymers» تتكون جزيئاتها من عدد كبير من الذرات لتصنع سلسلة طويلة تتحد فيها بعض الجزيئات الصغيرة معا لتصنع وحدة تركيبية خاصة، ثم تتكرر هذه الوحدة على طول سلسلة البوليمر.

وتعرف العملية التى تتصل فيها بعض الجزيئات الصغيرة لتصنع سلسلة طويلة متكررة الوحدات باسم «البلمرة»، وهى عدة أنواع، فإذا تكونت سلسلة البوليمر من نوع واحد من المونومرات وتتكرر وحدته على طول السلسلة يطلق على هذه العملية اسم البلمرة المتجانسة، ومن أمثلتها لدائن البولى إثيلين، ولدائن البولى بروبيلين، فالأولى تتكون فيها سلسلة البوليمر من وحدات الإثيلين، والثانية تتكرر فيها وحدات البروبيلين، ولهذا فإن هذه البوليمرات أو اللدائن لها نفس تركيب المونومر.

أما إذا اشترك أكثر من مونومر فى تكوين سلسلة البوليمر فتعرف هذه العملية باسم «البلمرة المشتركة» «Copolymerization» ومن أمثلتها لدائن البيوتادايين والإستايرين التى تستخدم فى صنع المطاط الصناعى، وعادة ما تستخدم البلمرة المشتركة للحصول على بوليمر له خواص أفضل من البوليمر الناتج من البلمرة المتجانسة، ولذلك نجد أن مطاط البيوتادايين - استايرين أفضل بكثير من مطاط البيوتاوايين وحده.

وهناك نوع ثالث من البلمرة لاتضاف فيها جزيئات المونومر بعضها إلى بعض، ولكن تتم البلمرة بحدوث تفاعل بين مونومرين مع انفصال جزيئات الماء أو الكحول، ولهذا فهى تسمى «البلمرة بالتكثيف» «Condensation Palymerzation» ومن أمثلتها تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد أو اليوريا مع الفورمالدهيد أو لدائن البولى أميد مثل النايلون التى يتفاعل فيها مونومر ثنائى أمين مع مونومر ثنائى الكربوكسيل ويتكرر ذلك على طول السلسلة.

$$n\ CH_2 = CH_2 + CH_2 = CH_2 \longrightarrow (- CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -)\ n$$

إثيلين — بولى إثيلين (بلمرة متجانسة)

$$\underset{C_6H_5}{CH} = CH_2 + CH_2 = CH - \underset{EH_5}{CH} = CH_2 \longrightarrow [- \underset{C_6H_5}{CH} - CH_2 - CH_2 - CH = CH - CH_2]_n$$

إستايرين — بيوثادايين — بوليمر بيوثادبين إستايرين (بلمرة مشتركة)

$$HOOC -R- COOH + H_2N.\ R - NH2 \xrightarrow{-H_2O} [-CO- R- CONH - R - N\ H -]_n$$

حمض ثنائى كربوكسيل — ثنائى أمين — بولى أميد (بلمرة بالتكثيف)

وتنقسم اللدائن إلى قسمين طبقا لخواصها، فيحتوى القسم الأول منها على لدائن يمكن أن يعاد تشكيلها بالحرارة وتسمى «لدنة حراريا» «Thermoplestic» مثل خلات السليولوز والبولى ستايرين على حين يحتوى القسم الثانى منها على لدائن «جامدة حراريا» فهى تلين أولا بالحرارة ثم تتصلب ولايمكن إعادة تشكيلها مرة أخرى؛ لأن الحرارة تحدث بها تغيرا كيميائيا لا عكسيا، ومن أمثلتها لدائن الباكلايت والأيبوكسدات.

وهناك بعض البوليمرات التى توجد طبيعيا، فالصوف والحرير عبارة عن بوليمرات تتكون بإتحاد الأحماض الأمينية «انظر البروتينات» ولكنها لا تستخدم فى صنع اللدائن والسليولوز الذى يوجد فى الخشب والقطن ما هو إلا بوليمر طبيعى يصل وزنه الجزيئى إلى نحو ٨٠٠,٠٠٠ وتتكرر فى سلسلته وحدات سكر الجلوكوز نحو ٥٠٠٠ مرة، ويزيد عددها على ذلك فى سليولوز القطن. وقد استخدم السليولوز الطبيعى فى صنع أنواع من اللدائن مثل السليولويد وخلات السليولوز.

السليولويد Celluloid

يعتبر السليولويد أول المواد العضوية اللدنة التى عرفت وهو يحضر بمعاملة السليولوز بحمض النتريك ويعرف كذلك باسم «الباغة» .

وأول من قام بمعاملة السليولوز بحمض النتريك أستاذ فى الكيمياء بجامعة بازل بسويسرا يدعى «كريستيان شونباين» عام ١٨٤٦، ولكنه حصل على نتروسليولوز شديد الانفجار عرف باسم «قطن البارود» لأنه حضر من ألياف القطن

وهو يحتوى على نسبة عالية من النتروجين تصل إلى نحو ١٤ ٪ بالوزن، وقد اكتشف فيما بعد أن النتروسليولوز الناتج من هذا التفاعل ويحتوى على نسبة أقل من النتروچين تصل إلى نحو ١١ ٪ لاينفجر ويذوب بسهولة فى الكحول والإيثير مكونا محلولا عرف باسم «كلوديون» «Collodion».

وفى عام ١٨٦٨ قام رجل أمريكى يدعى «جون هيات» بخلط الكلوديون بمادة الكافور وحصل بذلك على كتلة لدنة ظن أنها تصلح لصنع كرات البلياردو بديلا للعاج ولكنها لم تصلح لذلك ولكن أمكن تشكيلها على هيئة كثير من المشغولات وصنعت منها أفلام التصوير والسينما وبعض الألواح والأنابيب ومقابض فرش الملابس والأسنان.

لدائن الكيزين Casein Plastics

فقد السليولويد أهميته فى نهاية القرن التاسع عشر عندما اكتشف «ويلهلم كريشه» «Wilhelm Krishe» و«أدولف سبتلر «Adolph Spitteler» فى ألمانيا أن الكيزين الناتج من تخثر اللبن يتفاعل مع الفورمالين لتكوين مادة قرنية من النوع الجامد حراريا، وقد بدأت صناعة هذه المادة فى كل من ألمانيا وفرنسا عام ١٩٠٠.

وتتميز لدائن الكيزين بسطحها اللامع وبألوانها الزاهية وتستعمل فى صنع زراير الملابس وإبر التريكو والأرفف وبعض أنواع اللعب.

خلات السليولوز Cellulose Acetate

نظرا لقابلية السليولويد للاشتعال وخطورة تحوله من السليولوز إلى النتروسيولوز المتفجر والمحتوى على ١٤ ٪ نتروجين فقد ابتكرت الشركة المصنعة للسليولويد عام ١٩١٠ مادة لدنة جديدة من السليولوز تعرف باسم خلات السليولوز وتم إنتاجها بمعاملة القطن بحمض الخليك.

وخلات السليولوز لدنة حراريا ويمكن تلوينها حسب الطلب وتصنع منها زراير الملابس وأفلام التصوير والنظارات والأباچورات وبعض أجزاء المكانس، كما تستخدم فى تحضير حرير الأسيتات «انظر الألياف الصناعية» وفى تحضير مواد تلميع الأرضيات، وقد استخدمت خلات السليولوز فى صنع السيلوفان عام ١٩٢٤ وصنعت منه ألواح، كما استخدمت فى التعبئة وفى تغليف الزبد والأطعمة وغيرها.

الباكلايت Backelite

يتم تحضير لدائن السليلويد وخلات السليلولوز وكذلك لدائن الكيزين من خامات طبيعية هى السليولوز الموجود فى القطن أو فى لب الخشب، والكيزين الناتج من تخثر اللبن على الترتيب، أما الباكلايت فهى مادة كيميائية مخلقة من مواد كيميائية أخرى، ولهذا فهى تعتبر أقدم اللدائن التخليقية.

ويرجع الفضل فى ابتكار الباكلايت إلى شاب بلجيكى يدعى «ليوبيكلاند» «Leo Baekeland» وكان يقوم ببعض التجارب لصنع ورق التصوير الحساس لحساب شركة ايستمان بأمريكا.

وقد كان الكيميائيون يضيقون عندما تنتهى تفاعلاتهم بظهور مادة راتنيجية تغطى فى بعض الأحيان على ناتج التفاعل المطلوب، وكان العالم الألمانى فون باير قد لاحظ عام ١٨٧٢ أن تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد يؤدى إلى تكوين مادة صمغية كانت تعتبر عديمة القيمة فى ذلك الحين وإن كان هذا الراتنج يذوب فى الكحول.

وقد أعاد «بيكلاند» تجارب «باير» عام ١٩٠٠ وحصل على راتنج يمكن صبه بالحرارة إلى أشكال معينة ويحتفظ بشكله بعد ذلك ولا يمكن إذابته أو صهره، أى أنه من نوع اللدائن الجامدة حراريا، وقد سجل «بيكلاند» اختراعه عام ١٩٠٩ .

وكذلك تمكن «بيكلاند» من تحويل راتينج كان يظن أنه ناتج ثانوى عديم القيمة إلى مادة هامة يمكن استعمالها فى كثير من الأغراض.

ويستعمل الراتينج فى المحلول للصق الخشب والقماش والورق، ويمكن تصنيعه على هيئة مسحوق أو حبيبات تخلط بمواد مالئة مثل الكربون أو مسحوق الخشب أو الطلق ويتصف الباكلايت بخواصه الميكانيكية والكهربائية الجيدة، وتصنع منه كثيرا من الأدوات مثل التليفون وأيدى أوانى الطهى وكبائن الراديو وبعض أجزاء السيارات والآت الغسيل ومفاتيح الكهرباء والأدوات العازلة للكهرباء بدلا من الصينى غالى الثمن، كما أنه قد يستخدم فى صنع ألواح الخشب الحبيبى.

لدائن الميلامين - فورما لدهيد Melamine resins

تحضر بتسخين الجير وفحم الكوك فى فرن كهربائى لتكوين كربيد الكالسيوم الذى يسخن مع النتروچين لتكوين سياناميد الكالسيوم الذى يحول إلى داى سيان دايميد . وعند معالجة الأخير بالأمونيا والميثانول يتكون الميلامين الذى يعامل بعد ذلك بالفورمالدهيد لتكوين الراتينج المطلوب.

وتتميز هذه اللدائن بسطحها اللامع والأملس وبعدم امتصاصها للرطوبة ولهذا تستعمل فى صنع كثير من أدوات المائدة، وهى تقبل الامتزاج بكل الألوان وتصنع منها بعض أجزاء السيارات مثل غطاء موزع الكهرباء وغير ذلك من الأجزاء.

لدائن اليوريا - فورمالدهيد Urea-Formal dehyde

تحضر بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد وتعطى لدائن شفافة عديمة اللون جامدة حراريا مثل الباكلايت. وتستخدم هذه اللدائن فى لصق طبقات رقيقة من الخشب فى صنع خشب الأبلاكاش وكذلك فى صنع الخشب الحبيبى وفى صنع بعض أنواع الورق المضغوط وفى كبائن الراديو وبعض أدوات الزينة والأدوات الكهربائية.

لدائن الأكريل Acrylic resins

لدائن الأكريل مشتقة من حمض الأكريليك، وأشهرها بولى ميثل ميثاكريلات وهى لدنة حراريا ويمكن تشكيلها بسهولة، وتتميز بشفافيتها ومتانتها ومقاومتها للعوامل الجوية، وتسمى أحيانا «بلكسى جلاس» لأنها تشبه الزجاج فى شفافيتها، كما أنها تتحمل الصدمات ولا تحترق بسهولة ولا تصبح هشة عند تبريدها. وهى تسمح للأشعة فوق البنفسجية بالمرور خلالها.

وتصنع من لدائن الأكريل كثيرا من الأدوات مثل فرش الشعر والأمشاط وبعض اللافتات، كما تصنع منها الأضواء الخلفية للسيارات وبعض الحلى التى تزين الملابس، كذلك تستخدم فى صنع بعض أجزاء الطائرات لمقاومتها للعوامل الجوية.

لدائن الألكيد Alkyde resins

لدائن جامدة حراريا، ويصنع بعضهـا بتكثيف الجليسرين أو أى كحول ثنائى الهدروكسيل مع أنهـيدريد حمض مثل أنهيدريد الفثـاليك. وتستعمل هذه اللدائن فى صنع الطلاءات وخاصة فى الطلاء الحـرارى للسيارات (طلاء الفرن) وفى صنع أنواع من اللاكيـه والمواد اللاصقـة وحبر الطبـاعة. تتـميز هذه اللدائن بمـقاومتـها للحرارة وبصفاتها العازلة للكهرباء؛ ولهذا فـهى تستعمل فى صنع مفاتيح الكهرباء وفى صنع الفاصل المنـصهر وقواعـد أنابيب الإلكترونيـات وفى صنع بعض أجزاء السيارات.

لدائن الأليل Allylic resins

لدائن جامدة حراريا ومن أمـثلتها فثالات ثنائى الأليل وهى تتميـز بصفاتها العازلة للكهرباء وبمقاومتها للرطوبة وبعدم انكماشها فى أثناء صبها أو بعده، ولهذا استعلمت فى صنع نهايات أول كبل تليفونى عابر للمحيط. وتستعمل هذه اللدائن فى صنع أجزاء الاشتعال فى وسائل النقل وفى صنع أغطية موزع الكهرباء بها وفى غير ذلك فى كثير من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية.

لدائن الإيبوكسى Epoxy resins

لدائن جامدة حراريا تتميـز بمقاومتها العالية للمواد الكيميـائية وبمتانتها وقوة تحملها. وتصـنع منها طلاءات واقية للفلزات وتطلى بهـا الأسطح الداخلية لعلب حفظ الأغـذية وصهاريج الجـازولين فى السيـارات، كذلك استـخدمت فى صنع بعض المواد اللاصقـة وفى عمليات التـشكيل بصبهـا فى قوالب. وقد اسـتعلمت طبقات من الـدائن الإيبوكسى ومنتجـات الألياف الزجاجية مـعا فى صنع الدوائر الكهـربائية وفى أجـسام الطائرات وفى صنع الخـزانات والأنابيب وبعض الأدوات المستعملة صناعيا.

وتتميز لدائن الإيبوكسى بقدرتها اللاصقة، وقد استعملت أنواع منها فى نقل صخور معبد أبى سنبل.

راتينجات الفلوروكربون Fluorocarbons

لدائن لدنة حراريا، وتتميز باحتواء جزيئاتها على عديد من ذرات الفلور، ومن أمثلتها «التفلون» ولهذا فهى تقاوم فعل الحرارة والمواد الكيميائية ولا تقبل الاشتعال بالإضافة إلى خواصها العازلة للكهرباء. كذلك تتميز هذه اللدائن بليونتها ومرونتها حتى عند درجات الحرارة المنخفضة. وتستعمل هذه اللدائن فى صنع الصمامات وأغشية المضخات والجوانات الحافظة للزيوت والتى تفصل بين أجزاء الآلات لإحكامها ومنع تسرب الموائع منها. كذلك تستعمل فى صنع المحاور التى لا تحتاج إلى مزلقات أو تشحيم، وفى صنع الأنابيب وفى عزل أسلاك الكهرباء. وتستعمل فى تغطية الأسطح الداخلية لبعض أوانى الطهى مما يمنع التصاق الطعام بها.

لدائن البولى أميد Palyamide resins

تتعدد أنواع لدائن البولى أميد المستخدمة كما تتنوع خواصها وصفاتها وأهم أفراد هذه المجموعة هو «النايلون» (انظر الألياف الصناعية) وتتميز هذه اللدائن بمتانتها وبمقاومتها للبرى والحرارة وفعل المواد الكيميائية، ولهذا تصنع منها بعض التروس والمحاور والكامات المتحركة فى أجهزة قياس السرعة وبعض الأجهزة المستعملة فى المنازل.

لدائن البولى كربونات Polycorbonate resins

لدائن لدنة حراريا وتتميز بمقاومتها للحرارة والصدمات وتقلبات الجو تستعمل فى صنع بعض أجزاء الطائرات والسيارات وبعض الآلات كما تستعمل فى كثير من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية. ويمكن تشكيل هذه اللدائن على البارد دون تسخينها وذلك بطرقها أو سحبها على درافيل لصنع أقراص أو سدادات أو أنابيب، وهى تشبه فى ذلك فلزات الألومنيوم والنحاس فى خواصها.

لدائن البولى إستر Polyester Resins

لدائن لدنة حراريا، تتميز بصفاتها العازلة للكهرباء ومقاومتها للحرارة والرطوبة. وهى تقوى عادة بالأسبستوس، أو بالألياف الزجاجية وغيرها، ويمكن صبها فى أشكال متعددة تتميز بخفة وزنها، وبصلابتها، وبمقاومتها العالية للصدمات. وتستعمل اللدائن المقواة فى صنع الفواصل فى المنازل، وفى صنع بعض معدات الكهرباء وغيرها. كذلك يمكن صنع خيوط أو ألياف من البولى إستر، وأهم أنواعها «الداكرون» (انظر الألياف الصناعية) وتصنع منه بعض الملابس والمفروشات.

لدائن البولى إيثلين Polyethylenes

لدائن لدنة حراريا ابتكرتها شركة الصناعات الكيميائية الإمبراطورية عام ١٩٣٠ وسرعان ما انتشر إنتاجها واستعمالها فى مختلف الأغراض. وتتصف هذه اللدائن بأنها متعددة الخواص ويمكن تحويلها إلى جسم جامد أو جسم مرن، وهى تقاوم الحرارة ولا تفقد خواصها عند درجات الحرارة المنخفضة، كما أنها لا تتأثر بالماء أو بالعوامل الجوية وتتصف بقدرتها على عزل الكهرباء. وتصنع منها الأنابيب وأحواض الثلج فى الثلاجات المنزلية والأطباق والأكواب وبعض اللعب. ويمكن أن تصنع منها ألواح رقيقة تستعمل فى تغليف الحلوى والأغذية، كما تصنع منها الحقائب والمعاطف الواقية من المطر، وبعض البالونات المستخدمة فى الأرصاد الجوية، وقد تصنع منها طبقة عازلة توضع تحت الأسمنت. وتتميز لدائن البولى إثيلين بأنه يمكن صبها بالنفخ، ولذلك تصنع منها زجاجات مرنة لإرضاع الأطفال، أو زجاجات غسيل فى المعامل، كما تصنع منها أجولة لحفظ بعض المنتجات الزراعية أو نقلها. وهناك نوع منها يعرف باسم البولى إثيلين عالى الكثافة، وهو نوع متين ولا يتأثر بالماء أو بالأحماض، ويقاوم السحج والبرى كما أنه سهل التنظيف ولذلك تصنع منه عبوات الأحماض وصفائح القمامة وغيرها.

لدائن البولى بروبيلين Polypropylenes

لدائن لدنة حراريا، تصنع ببلمرة البروبيلين بدلا من الإثيلين، وهى تتميز بخفة وزنها ومتانتها وعدم تشققها، وبمقاومتها للمواد الكيميائية مثل الأحماض والقوعد، بالإضافة إلى قدرتها على عزل الكهرباء. وتصنع من هذه اللدائن بعض الصمامات وبعض الأنابيب، كما تصنع منها أغلفة البطاريات السائلة وبعض أجزاء آلات النسيج، كما تستخدم فى تكسية الأسلاك والكابلات. كذلك تصنع منها بعض أجزاء الثلاجات المنزلية والأطباق، وبعض أدوات المعامل التى تتحمل الصدمات ودرجات الحرارة حتى ١٤٠°م، كما تقاوم فعل المواد الكيميائية وتستعمل فى صنع جوالات التعبئة.

لدائن البولى ستايرين Polystyreneplastics

تصنع هذه اللدائن ببلمرة مركب الإستايرين فى وجود عامل مساعد وباستخدام الضغط والحرارة، وهى لدنة حراريا. وتتميز هذه اللدائن بأنها شفافة وذات سطح لامع كما أنها عازلة للكهرباء. وتصنع منها بعض الأدوات المنزلية مثل علب حفظ الطعام فى الثلاجات، وبعض أنواع أوعية حفظ السوائل والعصائر، وقد تستعمل فى تكسية الجدران بدلا من القيشانى، كما قد تصنع منها بعض لعب الأطفال. ويمكن نفخ لدائن البولى ستايرين وهى منصهرة فتتحول إلى جسم إسفنجى له قدرة كبيرة على العزل، ولذلك يستعمل هذا النوع فى تغليف الأجهزة الثمينة



اللدائن مواد عضوية يسهل تشكيلها

لحمايتها من الصدمات كما يستخدم فى صنع مواد عازلة للمبانى والثلاجات وغيرها.

لدائن اليوراثان Urathane resins

لدائن لدنة حراريا تصنع من اليوراثان، وعادة ما يمرر فيه فى أثناء بلمرته غاز ثانى أكسيد الكربون، فيتحول إلى مادة إسفنجية مليئة بالمسام، ومنها المرن ومنها الشبة جامد، وهى مواد خفيفة الوزن ولا تتأثر بالرطوبة. وتستخدم المادة المرنة فى صناعة مقاعد السيارات والطائرات بدلا من الإسفنج، كذلك تصنع منها المراتب والوسائد، وقد تبطن بها بعض ملابس الشتاء، كما تستخدم فى تغليف كثير من المعدات وفى عمليات العزل الحرارى. أما المادة شبه الجامدة فتستخدم فى التعبئة وفى صنع الجدران الفاصلة مع الخشب، وفى عزل درجات الحرارة المنخفضة. كذلك تستخدم لدائن اليوراثان كمواد لاصقة، وفى صنع الشعر الصناعى للفرش، وفى صنع بعض لعب الأطفال وغيرها.

لدائن الفاينيل Vinyl resins

لدائن لدنة حراريا، تتميز بمتانتها وبعزلها الجيد للكهرباء وبمقاومتها للأحماض والمذيبات. وتتكون هذه اللدائن ببلمرة كلوريد الفاينيل أو بالبلمرة المشتركة بينه وبين أسيتات الفاينيل. وعند خلط كلوريد البولى فاينيل مع إسترات حمض الفثاليك أو الفوسفوريك وضغط الخليط فى درجة حرارة عالية، يتكون بوليمر تبطن به بعض الأجهزة، ويلصق على القماش بديلا للجلد، كما تصنع منه أنواع تشبه الشمواه. ويصنع من لدائن البولى فاينيل المشمعات لتغطية الأرضيات، وتلون بمختلف الألوان، كما تضنع منها حقائب اليد وأسطوانات الفونوغراف، وبعض معاطف المطر، وستائر الحمامات، وبعض المفروشات وخراطيم الحرائق وغيرها. كذلك صنعت منها نعال الأحذية. وتتميز هذه اللدائن بأنه يمكن لحمها ولصقها مع غيرها.

وقد تبين من بعض البحوث العلمية والطبية أن كلوريد الفاينيل المستخدم فى تحضير هذه اللدائن له علاقة من نوع ما بمرض سرطان الكبد، ونظرا لأن اللدائن

التى من هذا النوع تحتوى على قدر صغير من هذه المادة، فإنه ينصح بعدم استخدامها فى تعبئة العصائر أو تغليف الغذاء. وتتصف لدائن الفاينيل بمقاومتها العالية للسحج والبرى، ولهذا فهى تستخدم بديلا للجلد وفى صنع النعال.

دوكو السيارات Duco

كانت السيارات حتى عام ١٩٢٥ تطلى بأنواع من الطلاءات الزيتية، فلم يكن طلاء الدوكو المستخدم حاليا قد عرف بعد. وكانت مصانع السيارات تنتظر طويلا حتى يجف الطلاء قبل أن تعيد طلائها بطبقة تالية، مما كان يستنفد زمنا طويلا ويؤدى إلى بطء عمليات الإنتاج.

ويعود الفضل فى اكتشاف الدوكو إلى كيميائى يدعى «جون هنرى ستيفنز» كان يعمل فى الشركة المنتجة للسليولويد، فقد أذاب بعضا من النتروسليولوز وخلات السليولوز فى مذيب عضوى يعرف باسم «أسيتات الأميل»، ثم رش هذا المحلول بضغط الهواء على سطح معدنى، فتطاير المذيب وتبخر فى الهواء، على حين تبقت طبقة متجانسة ولامعة على سطح المعدن.

وقد استخدم محلول الدوكو فى المذيبات العضوية فى طلاء أجنحة الطائرات وأضيفت إليه بعد ذلك مختلف الألوان واستخدم فى طلاء السيارات والأثاثات المعدنية، كما استخدم نوع منه فى تحضير طلاء أظافر السيدات.

وقد تطورت صناعة الدوكو بظهور أنواع جديدة من اللدائن واستخدام مواد مذيبة ومواد ملونة جديدة مثل إسيتات الإثيل والأسيتون وثنائى بيوتيل فثالات وغيرها.

كذلك استخدمت بعض لدائن الألكيد فى طلاء السيارات ثم يعالج السطح المعدنى بالحرارة عن طريق مصابيح تعمل بالأشعة تحت الحمراء، فتتصلب طبقة الطلاء وتصبح غير قابلة للذوبان فى أى مذيب، وتعرف هذه الطريقة باسم «طلاء الفرن».

وقد ساعد استعمال الدوكو سريع الجفاف على زيادة سرعة الإنتاج فى مصانع السيارات، كما أعطى هذه السيارات سطحا لامعا براقا شديد الثبات وسهل التنظيف، ولا يتشقق بمرور الزمن.

الفورمايكا Formica:

عبارة عن طبقة رقيقة من لدائن الميلامين يكسى بها سطح الخشب فتجعله لامعا وعديم المسام ولا يتشرب السوائل، كما تجعله سهل التنظيف ولا يحتاج إلى التلميع من حين لآخر.

وقد استعملت الفورمايكا فى صنع المناضد وأدوات أثاث المطابخ وفى تكسية بعض الجدران فى النوادى وفى القطارات وغيرها. وعادة ما تضاف بعض المواد الملونة إلى سطح الفورمايكا مما يجعلها أكثر رونقا وجمالا.

المواد المضافة للدائن:

هناك كثير من المواد التى تضاف إلى اللدائن فى أثناء صنعها، وهى ذات فوائد متعددة، فبعضها يعطيها ألوانا زاهية مثل أحمر الكادميوم أو أصفر الكادميوم أو أكسيد التيتانيوم الأبيض، وبعضها الآخر يعمل مزلقا لتسهيل عملية كبس اللدائن فى القوالب. وهناك أيضا مواد مثبتة مثل مركبات بعض الأحماض العضوية مع الباريوم والكادميوم والكالسيوم والزنك، ومواد أخرى تؤخر الحريق أو تمنعه مثل بعض مركبات الفسفور العضوية.

كذلك تضاف مواد مالئة إلى اللدائن لزيادة متانتها وجعلها غير مسامية مع تقليل تكلفتها، ومن أمثلتها دقيق الخشب والميكا وزغب القطن والطفل والسناج. أما المواد الملدنة فهى تضاف إلى اللدائن لزيادة مرونتها وهى مواد متنوعة كثيرة العدد، وقد يصل عددها إلى نحو ٤٠٠ مادة عضوية، ومن أمثلتها فثالات الإيثل وفثالات البيوتيل وأسيتات الإثيل وغيرها.

المطاط Rubber:

المطاط الطبيعى عبارة عن نز يخرج من سيقان أشجار خاصة تنمو فى المناطق الحارة، وأهمها أشجار «هيفيا برازيلنسس» «Hevea Brazilensis» التى تنمو فى حوض نهر الأمازون بالبرازيل.

وكان أول من شاهد المطاط الطبيعى الرحالة «كريستوفر كولومبس» عندما وصل إلى هايتى عام ١٤٩٣ ورأى بعض الصبية يلعبون بكرة غريبة ترتد من سطح الأرض عند قذفها.

وفى عام ١٥٢١ رأى بعض المستكشفون الأسبان جماعات الوطنيين من أهل المكسيك يستخدمون مادة مرنة مستخرجة من إحدى النباتات، وكان اسمها الوطنى «كاو أوتشو» «Cao Achu»، وهى تعنى فى لغتهم «شجرة الدموع»، وذلك لأنهم كانوا يقومون بتشريط لحاء هذه الأشجار فيخرج منها لبن نباتى يجمعونه فى أوانى خاصة، وقد اشتق الاسم الشائع للمطاط وهو «كاوتشوك» «Caoutchouc» من هذا الاسم الوطنى.

ولم يكن للمطاط أى فائدة معروفة فى ذلك الحين، وإن كان «جوزيف بريستلى» الذى اكتشف غاز الأكسجين، قد وجد عام ١٧٦٦، أن المطاط يمحو الكتابة بالرصاص من على الورق. ولم تكن خواص المطاط تجعله صالحا للاستخدام فى كل الأغراض، فقد كان يلتصق بكثير من المواد، وسريع التأثر بالحرارة ولا يتحمل الإجهاد عند استخدامه فى أشياء تحتاج إلى مرونة عالية.

وفى عام ١٨٢٣ قام شاب أسكتلندى يدعى «تشارلز ماكنتوش» «Charles Macintosh» باستخدام المطاط الطبيعى اللزج فى صنع نسيج لا ينفذ منه الماء، وذلك برش محلول شرابى القوام من المطاط على سطح القماش، ثم تغطيته بطبقة أخرى من القماش نفسه، ولصقهما معا بالضغط.

وكانت هذه هى نقطة البداية فى تصنيع المعاطف الواقية من المطر والتى عرفت فيما بعد باسم «معاطف ماكنتوش». ولكن قماش هذه المعاطف فى ذلك الوقت كان سريعا ما يتجعد ويتحول إلى نسيج يابس فى الجو البارد، وتنطلق منه رائحة نفاذة منفرة فى الجود الدافئ أو الحار.

وكان هناك من يعتقدون فى أهمية المطاط الطبيعى، وأنه من الممكن تحسين خواصه بمعاملته ببعض المواد الكيميائية التى قد تزيد من مرونته وقوة تحمله، وكان من بين هؤلاء الأشخاص رجل يدعى «تشارلز جوديير» «Charles Goodyear» وكان يعتقد أنه يمكن إجراء ذلك بمعالجة المطاط الطبيعى بحمض النتريك، ولكن التجارب التى قام بها فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٣٦ لم تحقق نجاحا يذكر فى هذا الشأن.

ومما يذكر أنه قبل تجارب «جـوديير» بثلاث سنوات قام رجل هولندى يدعى «فون جيونز» «J. Van Geuns» باستـعمال محـاليل خاصة تحتـوى على الكبريت لتحسين خواص المطاط الطبـيعى، ونجح بهذا الأسلوب فى صنع وسائد من المطاط وبعض أنواع من خراطيم الحريق.

كـذلك اكتـشف رجل يدعى «نثاينال هيـوارد» «Nathaniel Hayward» أن خلط المطاط الطبـيعى بمسـحوق الكبـريت وتعريضه لـضوء الشمس مـدة طويلة، يجعله أكثر ثباتا وأقل التصاقا بالأشياء الأخرى، وقد قام هذا الرجل بتسجيل هذه الطريقة عام ١٨٣٥.

وعندما علـم جوديير بهـذه الطريقة الأخـيرة قام على الفـور بشراء حـقوق تسجيلهـا، وبدأ فى إجراء تجارب أخرى مماثلة، وقد اكتـشف «جوديير» أن المطاط يتفـاعل مع الكبريت بالتسخـين، وتتحسن خواصـه كثيرا نتـيجة لهذا التـفاعل، وسـجل هذه الطريقـة عـام ١٨٤٤، وهى الطريقـة التى عـرفت بعـد ذلك باسم «الفلكنة» «Vulcanization». وقد ساعدت هذه الطريقة على إنتاج نوع من المطاط يمكن استعـماله فى كثير من الأغراض، ولذلك زاد الـطلب على المطاط الطبيعى فى السوق العالمى.

وكـانت حكومة البـرازيل تضع رقـابة مشـددة على مـزارع أشجـار المطاط باعتبـارها ثروة قومية، ولهـذا كانت تحظر خروج بذور هذه الأشجـار من البلاد، يقال أن رجـلا إنجليزى الجنسـية يدعى «مـستـر فاريس» «Mr. Farris» تمكن عام ١٨٧٣ من أن يهـرب من هذه الرقابة وأن يخـرج من البرازيل حـاملا مـعه نـحو ٢٠٠٠ بذرة من بذور أشجار «الهيفـيا»، وأن يذهب بها إلى إنجلترا. وقد أرسلت هذه البذور بعد ذلك إلى الهند وسـيلان وتمت زراعتها هناك، ونمت فيـهما بشكل طبيعى بسبب جوهما الحار.

ونظرا لأهمية المطاط فى كـثير من الصناعات فقد اتسع البـحث عن أشجار أخرى يمكن أن تنتج المطاط، ووجدت أنواع منها مثل أشجار «فونتوميا إيلاستيكا» «funtumia Elastica»، وهى أشجار تنمو فى إفريقيا، وكذلك بعض أشجار التين التى تنمو فى آسيا مثل «فيكس إيلاستيكا» «Ficus Elastica».

وقد انتقلت زراعة شجرة المطاط «هيفيا» إلى الملايو عام ١٩٠٧، ونمت هناك بشكل جيد، وزودت السوق العالمية بنحو ١١٠٠٠ من الأطنان من المطاط عام ١٩١٠.

وقد أنشأ الهولنديون مزارع أخرى لشجرة المطاط فى إندونيسيا، وأقام الأمريكيون مزارع مماثلة فى ليبريا، وفعل ذلك أيضا الفرنسيون فى الهند الصينية، وقدرت مساحة الأرض المزروعة بأشجار المطاط عام ١٩٧٠ بنحو ١١ مليون فدان.

المطاط الصناعى:

ظل المطاط الطبيعى «المفلكن» دون منافس نحو قرن من الزمان، وانتشر استخدامه بصفة خاصة فى إطارات السيارات والجرارات وغيرها من الأغراض.

ونظرا للتوسع الصناعى الذى حدث فى بعض دول العالم فى بداية القرن العشرين، فقد أصبحت كميات المطاط الطبيعى المنتجة من مزارع أشجار «الهيفيا» غير كافية لمقابلة احتياجات مختلف الصناعات، ولذلك كانت هناك حاجة ملحة لاستنباط مادة أخرى مشابهة لها نفس خواص المطاط الطبيعى ويمكن استعمالها بديلا له.

وكانت أولى هذه المحاولات على يد بعض علماء الكيمياء فى ألمانيا، فعندما قامت الحرب العالمية الأولى عام ١٩١٤، انقطعت موارد المطاط الطبيعى الآتية من الشرق الأقصى عن ألمانيا، ولهذا شعرت ألمانيا بحاجتها الشديدة لإيجاد بديل لهذا المطاط.

وكان على علماء الكيمياء أن يجدوا أولا تركيب المطاط الطبيعى حتى يستطيعوا القيام بتحضير مادة مشابهة له.

وقد كان العالم الشهير «فاراداى» أول من اكتشف أن المطاط الطبيعى يتكون من عنصرى الكربون والهدروچين فقط، وأن نسبة وجودهما فيه هى خمس ذرات من الكربون إلى ثمانى ذرات من الهدروچين، أى أن صيغة المطاط الطبيعى الأولية هى (C_5H_8).

وقد تم فصل مركب غير مشبع من المطاط بتقطيره، وسمى هذا المركب «أيسوبرين» وتم التعرف عليه عام ١٨٦٠، وأمكن تحويله بعد ذلك إلى بوليمر سمى «بولى أيسوبرين» يشبه المطاط الطبيعى فى صفاته.

$$CH_2 = \underset{(C_5H_8)}{\overset{CH_3}{C}} - CH = CH_2 \longrightarrow \left(- CH_2 \overset{CH_3}{C} = CH - CH_2 - \right)_n$$

أيسوبرين　　　　　　　　بولى أيسوبرين

وبناء على هذه المعلومات نجح الألمان فى أثناء الحرب العالمية الأولى فى تحضير نوع من المطاط ببلمرة مركب غير مشبع يعرف باسم «ثنائى ميثيل بيوتادايين»، وأطلق عليه اسم «المطاط المثيلى»، وأنتج منه نحو ١٥٠ طنا فى الشهر طوال مدة الحرب العالمية الأولى، ولكن أوقف إنتاجه بعد ذلك لارتفاع تكلفته وعدم صلاحيته للاستعمال فى كل الأغراض.

وقد نجحت شركة «باير» الألمانية عام ١٩٣٥ فى إنتاج نوعين من المطاط، عرف أولهما باسم «بوناS» وهو يحضر ببلمرة مشتركة بين البيوتادايين وبين الأستايرين، وعرف الآخر باسم «بونا N» الذى حضر بالبلمرة المشتركة للبيوتادايين والأكريلونتريل، واستعملت فى هذه البلمرة عوامل مساعدة مثل فوق بورات الصوديوم، وبعض فوق الأكاسيد الأخرى.

ويمتاز مطاط «بوناS» بعد فلكنته بمقاومته لفعل النار، وعدم تأثره بطول مدة التخزين، وكذلك بمقاومته الكبيرة للبرى والسحج، أما مطاط «بوناN» فيمتاز بمقاومته العالية للانتفاج بزيت البترول ومنتجاته، كما يتميز بخواصه العازلة للكهرباء.

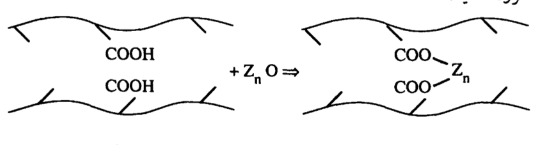
وكانت البحوث الخاصة بالمطاط الصناعى تجرى كذلك فى الولايات المتحدة الأمريكية، وفى عام ١٩٣٢ قامت شركة «ديبون» الأمريكية بإنتاج نوع جديد من المطاط الصناعى أطلق عليه اسم «نيوبرين»، وتم تحضيره ببلمرة مادة شبيهة بالأيسويرين الذى يتكون منه المطاط الطبيعى، وتسمى كلوروبيوتادايين، حيث حلت فيها ذرة كلور محل مجموعة المثيل فى جزئ الأيسوبرين.

وقد أنتج من هذا المطاط كـميات لابأس بهـا، وهو يمتاز بمقـاومته العـالية للتأكسـد ولفعل الزيوت، كما أنه لا يتـأثر بالمواد الكيميائيـة ولا بالحرارة أو بطول مدة التخزين.

كذلك تم إنتـاج نوع آخر من المطاط الصناعى فى الولايات المتحـدة بالبلمرة المشتـركة للبيـوتادايين مع غيره من المركـبات غير المـشبعة مـثل مركبـات الفاينيل وغيـرها. ولا يعرف على وجـه التحـديد الدور الذى يلعبـه الكبريت فى تحـسين خواص المطاط فى العملية المعروفة باسم «الفلكنة». ومن المعتقد أن الكبريت يكون معـابرا بين سلاسل المطـاط فى الأمكنة التى توجد بهـا الرباطات غيـر المشبـعة، ويساعد بذلك على ربط هذه السـلاسل معا. كذلك قد يسـاعد الكبريت فى زيادة بلمرة ما قـد يكون بالمطاط من سلاسل قصيرة مما يسـاعد على زيادة صلابة المطاط وزيادة ثباته تجاه مختلف العوامل.

ولا تشبه بعض أنواع المطاط الصناعى فى تركيبها للمطاط الطبيعى إلا بشكل تقريبى، ولذلك تختلف عمليات الفلكنة من حالة إلى أخرى، فعلى حين يستخدم الكبريت أو بعض مركـباته، لفلكنة المطاط الطبيعى، تستخـدم مواد أخرى لفلكنة الأنواع الجديدة من المطاط الصناعى.

ومثال ذلك أن المطاط الصنـاعى الناتج من البلمرة المشتركة بيـن البيوتادايين وحمض الأكريـليك، تحتوى سلاسل البـوليمر فيه علـى مجموعات الكربـوكسيل الحمضية التى تمثل مجموعات جانبية على طول هذه السلاسل، ولذلك تتم عملية فلكنة هذا المطاط بمعاملته بأكسيد الزنك لتكوين ملح مع كل مجـموعتين متقابلتين من مجـموعات الكربوكسـيل مما يساعد على ربط سلاسل البـوليمر معـا ويعطيه مرونة عالية.



بوليمر البيوثادايين وحمض الأكريليك الذى توجد به مجموعات كربوكسيل جانبية

معبر من الزنك يربط بين مجموعات الكربوكسيل فى سلاسل البوليمر المتجاورة

وعادة ما تضـاف مواد مالئة للمطاط لزيادة صلابته وزيادة قـوة تحمله، مثل سناج الكربون الذى يضاف إلى مطاط إطارات السيارات والشاحنات، مما يزيد من قـوة تحملهـا للبرى والسـحج. كذلك قـد تستـعمـل بعض السليكات ذات اللون الأبيض إذا أريد الاحتفاظ بلون المطاط.

وهناك مركـبات كيمـيائية أخرى لهـا خواص مشابهـة للمطاط، مثل المطاط الناتج من تفاعل ثنائى كلوروإيثـان مع بولى كبريتيد الصـوديوم. وقد أنتجت هذه المادة عام ١٩٣٠ تحت اسم «ثيـوكول» «Thiokol» فى الولايات المتحـدة. كذلك حضرت مواد أخرى مشابهة لها فى الخواص، ومنها ما يحضر على هيئة مستحلب مـائى لاستـخدامـها فى تـكوين طبقـة واقيـة على سطح الفلزات أو الخـشب أو الأسمنت، وقد تحضر على هيئة مطاط شـديد التحمل ويقاوم فعل الزيوت وغيرها من المواد الكيميائية.

وهكذا نجد أن الكيميـاء قد ساهمت بشكل فعال فى سد احتـياجات السوق العالمى ومخـتلف الصناعات بتقديمهـا لأنواع متعددة ومتغـيرة الخواص من المطاط الصناعى شـديد الاحـتـمال، مـثل مطاط النتـرايل والإثيلين بـروبيلين، والمطاط الفلورى والمطاط الحرارى والمطاط الرغوى وغيرها، وتسـتعمل هذه الأنواع المختلفة من المطاط فى مخـتلف الأغراض، كمـا فى صناعة إطارات السيـارات والأشرطة والسيور والحقائب والأحذية والأرضيات والإسفنج الصناعى وما إليها.

الصابون والمنظفات الصناعية والشامبو:

الصابون:

كان الحيثـيون من سكان آسيا الصغرى يستعـملون رماد النباتات فى تنظيف أيديهم، كما كان السومريون فى «أور» وكـذلك المصريون القدماء يحضرون بعض المحاليل القلوية المستخلصة من النباتات ويستعملونها فى أغراض مشابهة.

وكانت هذه المواد تقـوم مقـام الصابون فيـما مضى، ولكـن الصابون الذى نعرفه اليوم لم يظهر إلا على يد الفينيـقيين منذ نحو ٦٠٠ سنة قبل الميلاد، وكانوا

يصنعونه بتسخين دهن الماعز مع رماد بعض النباتات فى وجود بعض الماء، وعندما يبرد هذا الخليط يتحول إلى كـتلة شمعية الملمس تشبه الصـابون الذى نعرفه اليوم إلى حد كبير.

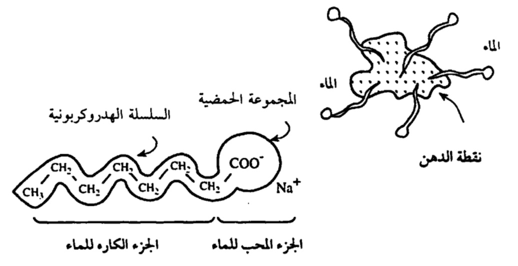
وقد انتقلت هذه الطريقة بواسطة البحارة الفـينيقيين إلى الإغريق والرومان، ثم انتقلت بعـد ذلك إلى كثيـر من الأقطار الأخرى، وازدهرت بصفة خـاصة فى فينيـسيا. وقـد توقفت صناعة الصـابون مدة من الزمن فى العـصور الوسطى فى أوروبا عندما قـررت الكنيسة أن تعـرية الجسم عمل مـحرم حتى ولو كـان بغرض الاستحمام.

وقد تطـورت صناعة الصـابون بعد ذلك، وأضـيفت إليـه إضافـات أخرى لتجـعله جامدا، ومن المعتـقد أن العرب هم أول من صنع هذا الصابـون الجامد، وكان ينتج فى منطقـة الشام، فى نابلس وحلب ودمشق ويصـدر منها إلى الأقطار الأخرى، ثم انتشـرت صناعته بعد ذلك فى أوروبا وأضـيفت إليه مواد مـالئة مثل الطلق ومسحوق الحجر الخفاف، كما أضيفت إليه بعض المواد الملونة والعطور التى ترضى كل الأذواق.

وقـد وصف «داود الأنطاكى» صناعـة الصـابون من زيت الزيتـون والقلى، وكذلك فعل «أبو بكر الرازى» الذى وصف أيضا فـصل الجلسرين فى هذه العملية التى سميت فيما بعد باسم «التصبن».

- والصابون فى أبسط صوره عـبارة عن ملح الصوديوم أو البوتاسـيوم لبعض الأحماض العضوية طويلة السلسلة مثل حـمض البلمتيك أو حمض الإسيتاريك، ولذلك نجد أن جزيئـات الصابون بها جزء محب للماء، وهو الجـزء المحتوى على مجموعـة الكربوكسيل، وبها جزء كاره للـماء وهو الجزء الذى يتكون من السلسلة الهدروكربونية للحمض.

والطريقة التى يعمل بها الصابون تعتمد بصفة عامة على هذه الصفات المحبة والكارهة للمـاء، فالجـزء الهدروكـربونى الكاره للماء يمـتص فى غشـاء الدهون والأوسـاخ التى تنتشـر على سطح النسـيج، على حين يبـقى الجزء المحب للمـاء مغمورا فى الماء، وعند إمرار تيـار من الماء فى أثناء الغسل تحمل سلاسل الصابون هذه الأوساخ معها.



ويفقد الصابون قدرته على التنظيف فى الماء العسر، أى الماء الذى يحتوى على أملاح الكالسيوم والمغنسيوم، لأنه يكون معها راسبا لا يذوب فى الماء.

المنظفات الصناعية:

حاول علماء الكيمياء إيجاد مواد جديدة لها فعل الصابون وقدرته على التنظيف، وقد لاحظ أحد الباحثين الألمان ويدعى «كرافت» أن بعض الأحماض العضوية أو غير العضوية، عندما تتفاعل مع الكحولات الأليفاتية طويلة السلسلة، تعطى مواد تكون رغوة فى الماء.

وعندما قامت الحرب العالمية الأولى حدث نقص شديد فى ألمانيا فى الزيوت والدهون المستعملة فى صنع الصابون، وتذكر الكيميائيون التجربة التى قام بها «كرافت»، مما دفعهم إلى مزيد من البحث فى هذا المجال، وتمكنوا من صنع أول منظف صناعى عرف باسم «نكال» «Nekal»، ولم يمض عام ١٩٣٠ إلا وكانت معظم الدول الصناعية تقوم بصنع أنواع مختلفة من هذه المنظفات.

وأول منظف صناعى استعمل على مستوى العالم فى آلات الغسيل عرف باسم «تايد» «Tide» عام ١٩٤٦، وما زال مستعملا حتى الآن. وتتميز هذه المنظفات الصناعية بأنها لا تكون راسبا مع أيونات الكالسيوم أو المغنسيوم، ولذلك يمكن استعمالها فى الماء العسر المحتوى على هذه الأيونات.

والمنظفات الصناعية المعروفة حاليا عبارة عن أملاح الصوديوم لبعض الأحماض السلفونية طويلة السلسلة، مثل سلفونات ألكيل البنزين التى تحضر بتفاعل هاليد ألكيل طويل السلسلة مع البنزين ثم معالجة الناتج بحمض الكبريتيك.

وتنقسم المنظفات الصناعية إلى قسمين طبقا لقابليتها للتحلل الحيوى بواسطة البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى، وتعرف المنظفات التى تتحلل سريعا بواسطة هذه الكائنات إلى مواد بسيطة لا تسبب أضرارا للبيئة باسم «المنظفات اليسرة» «Soft Detergents»، أما المنظفات شديدة الثبات فتعرف باسم «المنظفات العسرة» «Hard Detergents» وهى تسبب كثيرا من الأضرار للكائنات الحية التى تعيش فى الماء.

ويمكن تقسيم المنظفات كذلك إلى ثلاثة أنواع طبقا لتركيبها، فيعرف بعضها باسم المنظفات الأنيونية Anionic وهى تحمل شحنة سالبة فى الماء مثل الصابون وسلفونات ألكيل بنزين، وكبريتات الكحولات الأليفاتية طويلة السلسلة، ويعرف بعضها الآخر باسم المنظفات الكاتيونية Cationic، وهى تحمل شحنة موجبة مثل أملاح الأمونيوم الرباعية المتصلة بسلسلة هدروكربونية طويلة بها نحو ١٢-١٨ ذرة من ذرات الكربون. أما النوع الثالث فهى المنظفات غير المتأينة Nonionic مثل إيتوكسيلات الكحولات، وإيثوكسيلات ألكيل الفينول، وإسترات الأحماض الدهنية، وبعض البولى جليكولات.

والمنظفات المستعملة حاليا عبارة عن خليط من عدة مواد، فبجانب المادة التى تساعد على التنظيف، تضاف إليها مواد مساعدة أخرى تخدم كثيرا من الأغراض فى عملية التنظيف، فهناك مثلا إضافات تساعد على التنظيف مثل البولى فوسفات، أو حمض ترترولو أستيك، أو الزيوليت، أو السترات، وهناك كذلك إضافات تساعد على التبييض مثل فوق البورات وفوق الكربونات، ورباعى أسيتات إثيلين ثنائى الأمين «EDTA»، وإضافات قلوية مثل الصودا والسليكات، ومواد تمنع الترسيب مثل كربوكسى مثيل سليولوز أو البولى كربوكسيلات، ومواد لوقاية

النسيج مثل الفوسفونات، وأخرى لمنع الرغوة مثل السليكونات، بالإضافة إلى بعض الإنزيمات وبعض المواد المزهية «Brightners» التى تساعد على إظهار الألوان وزيادة بياض النسيج وبعض العطور التى يبقى أثرها فى النسيج.

وتعتبر شركة «أ. ج. فاربن» الألمانية «I.G.Farben» أول شركة تسجل ابتكار إضافة المواد المزهية إلى المنظفات، وهذه المواد من مشتقات المركب العضوى «الإستلبين» وتتميز بخواصها الفلورية، وهى تتوهج بلون أزرق باهت عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية فتبدو الألوان زاهية وأكثر نظافة، كما أنها تزيل أى صفرة فى لون النسيج الأبيض.

وتستهلك الدول الصناعية كل عام كميات هائلة من المنظفات، وتستعملها فى كثير من الأغراض، وأكثر الدول استهلاكا للصابون والمنظفات هى الولايات المتحدة ثم سويسرا ثم ألمانيا بالنسبة للفرد.

الشامبو Shampoo

يستعمل الشامبو فى إزالة الزيوت التى تفرزها قشرة الرأس، ولا يصلح الصابون لإزالة هذه الزيوت وما يتعلق بها من غبار، وذلك لأن الصابون نفسه يترك راسبا خفيفا على سطح الشعر؛ لأنه يتفاعل مع الأملاح والأحماض الموجودة طبيعيا فى الماء ويكون معها رواسب لا تقبل الذوبان. وكثيرا ما نلاحظ هذه الرواسب على حافة الأكواب وعلى بعض الملابس، وهى تعطى لونا أصفر للملابس عند كيها على درجة حرارة عالية. وعندما توجد هذه الرواسب على سطح الشعر تفقده لمعته وجماله الطبيعى.

وقد كان المصريون القدماء ينظفون شعورهم بالماء وعصير الليمون مع بضع قطرات من العطر، واستعمل فى أوروبا فى أواخر العصور الوسطى محلول ساخن من الصابون فى الماء مع قليل من الصودا. وقد ظهرت كلمة شامبو فى إنجلترا فى أول الأمر، وهى كلمة هندية تعنى التدليك، ولكن الإنجليز استخدموها تفاخرا منهم دليلا على علو نفوذهم الطبقى والسياسى.

وقد ظهر أول شامبو حقيقى من نوع المنظفات الصناعية عام ١٨٩٠، وتم بيعه فى الأسواق بعد الحرب العالمية الأولى، ثم ازدهرت صناعة الشامبو بعد ذلك ازدهارا كبيرا فى كثير من الدول، وصنعت منه أنواع أخرى بها كثير من الإضافات، مثل الڤيتامينات والعطور وغيرها.

أثر المنظفات الصناعية على البيئة:

تحدث المنظفات الصناعية التى تحملها مياه الصرف والغسيل معها إلى المجارى المائية ضررا كبيرا للبيئة، وخاصة تلك المنظفات المعروفة باسم المنظفات العسرة والتى يصعب تحللها بواسطة البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى.

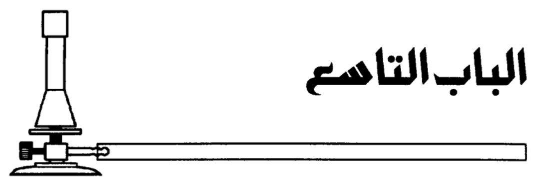
وتبلغ سمية «سلفونات ألكيل بنزين»، وهى أكثر المنظفات المستخدمة على مستوى العالم نحو ٣٠٠ مج / لتر بالنسبة للطحالب، وأقل من ذلك بالنسبة للأسماك، ولكنها لا تمثل خطرا كبيرا على مياه الشرب. ولكن بعض المنظفات الأخرى مثل « إيثوكسيلات نونيل الفينول » تعطى الفينول عند تحللها حيويا، ولذلك تصل الجرعة المميتة منها (وهى الجرعة التى تكفى لقتل ٥٠ ٪ من الكائنات التى تتعرض لها ويعبر عنها LD_{50})، إلى نحو ٠,٠٠٢ مج / لتر بالنسبة للطحالب وهى سمية عالية جدا ولهذا يفضل عدم استخدامها.

ويعتبر الفوسفات من أخطر المواد التى توجد بالمنظفات الصناعية، فعندما تتسرب مياه الغسيل إلى المياه الجوفية، وإلى الأنهار والبحيرات قد تحدث ظاهرة تعرف باسم ظاهرة «التشبع الغذائى» وخاصة فى البحيرات المغلقة Eutrophication فتنتشر فى مياهها الطحالب الدقيقة وتنمو بها نموا هائلا يؤدى إلى نقص الأكسجين الذائب فى الماء، وإلى استبدال البكتريا الهوائية بأخرى لاهوائية تستهلك الغذاء وتنتج التوكسينات والميثان والنشادر، وأحيانا كبريتيد الهدروچين، فتموت الأسماك والقشريات وتصبح المياه غير صالحة للشرب أو للزراعة أو الملاحة.

وقد قامت بعض الدول بمنع استخدام الفوسفات فى المنظفات الصناعية بعد أن تبين أن نحو ٤٠ ٪ من الفوسفات التى ترد إلى البحيرات فى أوروبا يأتى عن طريق المنظفات الصناعية، واستبدلت الفوسفات بمواد أخرى مثل السترات أو حمض تترولوتراى أسيتيك أو الزيوليت أو رباعى أسيتات إثيلين ثنائى الأمين.

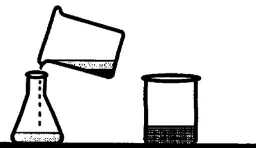
وتقدر كمية المنظف الصناعى الخارج من مياه الغسيل بنحو ١٠-٢٠مج/لتر، ولكن هذه الكمية يتم تخفيفها فى مياه المجارى الطبيعية إلى نحو ألف مرة قبل دخول المياه إلى محطات تنقية المياه، ولكن إلقاء مياه الغسيل فى الأرض (المياه الجوفية) أو فى البحيرات المغلقة صغيرة الحجم يؤدى عادة إلى الأضرار التى سبق ذكرها.

الباب التاسع



دور الكيمياء فى مجال الدواء

- المواد المطهرة
- المسكنات والمهدئات ومواد التخدير
- المواد المنبهة
- مركبات السلفا
- المضادات الحيوية
- مضادات الملاريا
- انتصارات أخرى للكيمياء فى مجال الدواء



يعتبر «بول إرليش» الباحث الألمانى، من رواد الباحثين عن الكيميائيات التى قد يكون لها أثر فى شفاء بعض الأمراض.

وقد لعبت الكيمياء دورا هاما فى توفير كثير من الأسلحة التى استطاع الإنسان بها أن يتغلب على كثير من مسببات الأمراض، وأن يبتكر عديدا من المواد الكيميائية المسكنة للآلام، والمخدرة والمنومة والمضادات الحيوية وغيرها مما ساعد على تحسين صحته وجعل حياته أكثر يسرا وأمانا.

المواد المطهرة:

اكتشفت الخاصية المطهرة للفينول بواسطة «ليستر» عام ١٨٦٧، وقد وجد فيما بعد أن أغلب الفينولات ومشتقاتها الهالوچينية، أو التى تحتوى على مجموعات النترو مثل حمض البكريك لها نفس الخاصية المطهرة، كذلك تبين أن مشتقات الفينول الهالوچينية ذات الحجم الجزيئى الكبير مثل «هكسا كلوروفين»، أقل سمية وأكثر أمانا عند استعمالها فى تطهير الجروح، وقد أضيفت هذه المادة إلى الصابون ووضعت فى بعض مستحضرات التجميل، ولكنها تعتبر ضارة عند استعمالها زمنا طويلا.

كذلك استعملت مشتقات الزايلينول مثل مركب «الديتول» وهو «ثنائى كلوروميتازايلينول» الذى اكتشفت خواصه المطهرة عام ١٩٥٢، كما استعملت طائفة أخرى من المواد المطهرة التى تنتمى إلى عائلة الأصباغ، مثل «الأخضر الزاهى» و«بنفسجى جنشيان». وقد استعملت بعض مشتقات الأكريدين مثل «البروفلافين» فى علاج الجروح وتطهير الجلد.

وقد استعملت بعض المواد الكيميائية لتنقية الهواء وتعقيمه، مثل «جليكول الإيثيلين» و«أكسيد الإيثيلين»، واستعمل الفورمالدهيد لإخماد نشاط الفيروسات وقد فعل ذلك «سولك» عند تحضير لقاح شلل الأطفال. وقد استخدمت بعض المركبات مثل «ثنائى كلورفين» لحفظ الأنسجة القطنية، كما استخدمت «نافثيات النحاس» أو الزنك فى حفظ الأخشاب من البكتريا والفطريات، وكذلك فى حفظ أوراق الكرتون.

المسكنات والمهدئات ومواد التخدير:

تتخذ المواد التى تزيل الآلام عدة أشكال، فمنها ما قد يسكن الألم مثل آلام الأسنان أو الصداع، وتعرف بالمسكنات، ومنها ما يهدئ الأعصاب مثل المواد المفترة والمهدئة، ومنها ما ينبه الأعصاب مثل المواد المنبهة، أويسبب النوم مثل المواد المنومة، كما أن بعضها قد يمنع الإحساس عن جزء من الجسم وتعرف بمواد التخدير الموضعى أوقد تمنع الإحساس بالألم عن الجسم كله وتعرف باسم مواد التخدير العام.

المسكنات:

يعتبر الأسبرين من أهم المسكنات، ومن أكثر الأدوية استعمالا فى العالم، ولا يسبقه فى ذلك إلا الكحول فى المشروبات الروحية، والكافيين فى كل من القهوة والشاى، والنيكوتين فى أوراق الدخان.

والاسم العلمى للأسبرين هو «حمض أسيتيل ساليسليك» ولكن شركة «باير» الألمانية اشتقت اسمه الذى اشتهر به من كلمة «Spirsaure» الألمانية التى تعنى حمض الساليسليك. وقد استخدمت قشور شجر الصفصاف التى تحتوى على حمض الساليسليك منذ عام ١٧٦٣ فى علاج أعراض الملاريا، ثم حضر منها حمض الساليليك عام ١٨٣٨ الذى استخدم بعد ذلك فى علاج النقرس والتهاب المفاصل وآلام الصداع وغيرها، ولكن كثيرا من المرضى امتنعوا عن استعماله هو وملحه الصوديومى بسبب طعمه غير المستساغ.

وقد قام العالمى الألمانى «جير هارد»«Gerhardt» عام ١٨٥٣ باستبدال ذرة الهدروچين فى مجموعة الهدروكسيل بمجموعة «أسيتيل» فتحول بذلك حمض الساليسليك إلى الأسبرين وقامت شركة «باير» بإنتاجه منذ ذلك الحين.

وبالإضافة إلى الخواص المسكنة للأسبرين، فهو يساعد على خفض درجة حرارة الجسم، وينصح الأطباء بعدم ابتلاع أقراص الأسبرين كاملة حرصا على سلامة الغشاء المخاطى للمعدة، ولذلك تصنع منه حاليا أقراص سهلة التفكك وسريعة الذوبان.

وهناك مركبات أخرى تساعد على خفض درجة حرارة الجسم مثل «الإسيتانيليد» الذى يعرف كذلك باسم «أنتيفبرين»، ومثل «الأنتيبايرين» و«باراسيتامول» وغيرها من المواد الكيميائية التى تباع حاليا فى الصيدليات.

حمض إسيتيل ساليسليك «الأسبرين»

المورفين

وهناك مجموعة أخرى من قلوانيات الأفيون تتصف بخواصها المسكنة للآلام ولكن ليس لها أثر فى خفض حرارة الجسم، ومن أمثلتها «المورفين» و«الكودايين» و«الثيبايين». وتدل كتابات المصريين القدماء والبابليين على أنهم قد عرفوا بعض المشتقات المحضرة من الأفيون واستخدموها فى إزالة الآلام، كذلك اعتبر كل من «ديسقوريدس» و«جالينوس» من أطباء الإغريق، أن الأفيون يسكن كل الآلام، ويزيل كل الغضب، والأحزان!.

وينتج الأفيون من نبات الخشخاش بإحداث شق فى الكبسولة المحتوية على البذور، فيخرج منها نز كالمطاط يحتوى على نحو عشرين قلوانيا أهمها المورفين، وتمكن الكيميائيون من معرفة تركيبه الكيميائى وقاموا بعد ذلك بتحضير عدد آخر من المسكنات قريبة الشبه منه مثل «البثيدين» و«الديمارول» وغيرها. كذلك نجحوا فى تحضير مسكنات تخليقية لا تنتمى فى تركيبها إلى المورفين، مثل «الميثاديون» و«الفينازوسين»، ولكن أغلب هذه المواد، بجانب أثرها المسكن، فهى تقلل من سرعة التنفس وتؤدى إلى الإدمان.

المواد المهدئة والمنومة :

الهدف من استعمال المواد المنومة «Tranquilizers» والمواد المهدئة «Sedatives» هو أنها تجعلنا أقل استجابة للمؤثرات، أو تجعلنا أكثر بطئا فى عواطفنا، وهى توصف عادة للشخص المتوتر الذى قد لا يستطيع أن يعمل أو ينام بسبب التوتر الشديد.

وقد صنع الكيميائيون عددا كبيرا من هذه المواد، ومنها مجموعة المورفين مثل «الهروين» و«الديمارول» و«الميثاديون» ولكنها مواد تسبب الإدمان، ثم صنعوا حبوبا منومة من مادة تعرف باسم «ميثاكوالون»، ولكن المدمنين سريعا ما استعملوها بدلا من الهروين. وقد استخدم عقار «مبرومات» فى أمريكا عام ١٩٥٠، ثم حضر مشابه له فى فرنسا تحت اسم «كلورو برومازين»، واستخدم كلاهما فى علاج الحالات النفسية وفى تهدئة الأعصاب. كذلك أنتج عقار «السرباسيل» فى سويسرا بواسطة شركة «سيبا» عام ١٩٥٢ وهو يصلح كذلك لعلاج حالات الانشطار فى الشخصية.

وتعرف المواد التى تؤثر على المراكز العليا فى المخ وتسبب النوم، ولكنها لا تسبب التخدير السريع، باسم المواد المنومة، ومن أمثلتها «هدرات الكلورال»، وهى تسبب النوم وليست لها آثار مسكنة، وكذلك مركب «كلور بيوتول» وهو ثلاثى كلورو كحول البيوتيل الثلاثى وهو أقل ضررا من هدرات الكلورال وليست له آثار جانبية.

وتعد «البربتيورات» من أهم المواد المنومة ويمكن استخدامها كمواد مفترة وينتشر استعمالها فى كل أنحاء العالم، ويقدر أن الشعب الأمريكى يستهلك منها نحو أربعة ملايين جرعة فى العام.

فيرونال = باربتيال

هدرات الكلورال

وأول من حضر هذه المواد هو «أدولـف فون باير» عام ١٨٦٤، إلا أن أثرها الطبى لـم يعرف إلا عام ١٩٠٣ عندما اكتـشف أن مركب «ثنائى إثيل باربتيوريك» يتسبب فـى نوم الكلاب، وأطلق على هذا المركب اسم «فيرونال» نسبـة إلى مدينة «فيرونا» التى تم بها هذا الاكتشاف كما عرف أيضا باسم «باربتيال».

ويمكن اعتبار مثل هذ المواد مثل «الفيرونال» و«الفينوباربتيال» على أنها مواد مفترة أو مهدئة عند استعـمالها بكميات قليلة، لأنها تقلل من التوتر، ولكن زيادة الجرعة تـؤدى إلى النوم. كذلك قد تؤدى الجرعـة الكبيرة منها إلى التـخدير ومنع حركة العضلات ولذلك تستخدم أحيانا فى العـمليات الجراحية فهى سريعة المفعول وتؤدى إلى الغيـبوبة فى بضع لحظات. وقـد حضر من هذه المواد مـئات مخـتلفة الأنواع اشتهر منها «الأميتال» و«السيكونال» وغيرها.

مواد التخدير الموضعى والتخدير العام:

تتميز بعض هذه المواد بأنها تمنع الإحساس بالألم عن الجسم كله وتؤدى إلى دخول الفرد فى غـيبوبة كاملة، وتعـرف باسم مواد التخدير العـام، على حين أن بعضها الآخر يمنع الإحســاس بالألم عن جزء من الجسم فقط، وتعرف باسم مواد التخدير الموضعى.

والأثيـر والكلورفورم من أولى المواد التى استـخـدمت فى التخـدير، ولكن حـضرت بعـد ذلك مواد جـديدة مـثل «ثنائى فاينيـل إثير»، و«البـروبان الحلقى»

و«كلوريد الإثيل» و«ثلاثى كلوروإيثلين» وغيرها، ولكل منها عيوبه ومزاياه، فمنها ما هو سام أو لا يمكن استخدامه إلا لمدة قصيرة، كما أن بعضها سريع الاشتعال.

ويعرف حاليا أكثر من ألفين من هذه المركبات التى قام الكيميائيون بتخليقها فى المعامل نذكر منها مركب «البنتوثال» ويعرف كذلك باسم «بنتوثال صوديوم»، وهو سريع المفعول ولا يحتاج إلى أجهزة خاصة لاستخدامه، كما لا يوجد هناك خطر من اشتعاله، بالإضافة إلى أنه لا يسبب الشعور بالاختناق أو أية متاعب للجهاز التنفسى. وأهم عيوب البنتوثال أنه يؤدى إلى تذكر الأحداث الماضية المختزنة فى ذاكرة الإنسان ويساعد على إفشاء هذه الأسرار، ولذلك سمى «بعقار الحقيقة» واستعملته الجيوش فى أثناء الحروب لاستجواب الأسرى.

كذلك هناك بعض مشتقات حمض «بارا أمينوبنزويك» التى تصلح فى التخدير مثل مركب «البروكين» الذى يعرف كذلك باسم «النوفوكين»، و«الميثوكين» وغيرها، وهى أقل سمية من غيرها ولا تسبب الإدمان.

بنتوثال صوديوم

البروكين = النوفوكين

المواد المنبهة Stimulants:

أهم المواد المنبهة للجهاز العصبى المركزى، هى بعض المركبات التى توجد فى القهوة والشاى، والكوكا وغيرها. وقد تناول الإنسان هذه المشروبات منذ زمن بعيد، وقبل أن يعرف الكيميائيون تركيب محتوياتها.

ومن أشهـر هذه المواد «الكافيـين» وهو يوجد فى البن وفى الشـاى مع مادة أخرى تعرف باسم «ثيوفللين»، كذلك تحتوى بذور الكوكا على مادة مشابهة تعرف باسم «ثيوبرومين» وتحتوى بذور الكولا على كل من «الكافيين» و«الثيوبرومين».

كافيين

الأدرينالين

وهناك قلوانيات مـثل البروسين والإستـريكنين وقد اعتبـرت خطأ على أنها مواد منبهة لأنها إذا أخذت بكميات صغيرة جدا تنشط الدورة الدموية وتفتح الشهية ولكنها مواد سامة شديدة الخطر.

وبعض المواد الأخرى مثل «الأدرينالين» تنبه الجهاز العصبى الذى يتحكم فى العضلات اللاإرادية، مـثل عضلات القلب وجدار الأمعـاء، والأدوية المعروفة من هذا النوع، مثل الأفيـدرين يشبه الأدرينالين فى تركيـبه ويقوم بإزالة الإنزيم المحلل للأدرينالين.

وقد ظهر «الأفيدرين» خلال الحرب العالمية الثانية، ثم حضرت مواد أخرى مشابهة له مثل «الأمفـيتامين» وهو يسبب تنبيها عاما وإحـساسا بالانتعاش، ويقلل من الإحساس بالتعب، ومثل البريلودين والريتالين وغيرها.

وهذه المواد المنبـهة تجعلنا أسـرع استـجابة للمؤثرات، وهى لا تـعطى طاقة ولكنهـا تجعلنا نستـعمل طاقـتنا بشكل أسرع، وهى تزيد من دقـات القلب وترفع ضغط الدم مما قد يؤدى أحيانا إلى حـدوث نزيف فى المخ وخاصة عند من يتعاطى

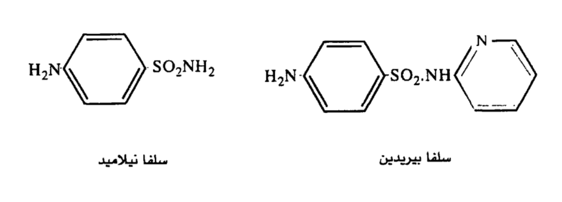
منها جرعات أكبر مما يصفه الطبيب، كما يجعل من يتعاطاها يسىء الحكم على الأشياء وقد يرتكب بعض أعمال العنف.

ويمكن اعتبار الحشيش والماريجوانا من المواد المنبهة.فهى تحدث الإحساس بالبهجة والسرور مدة قصيرة من الزمان ولكن استمرار تعاطيها يسبب أضرارا كثيرة للجسم. وقد فصل الكيميائيون مادة «رباعى هدروكنا بينول» من الماريجوانا، ووجد أن هذه المادة تسبب الهلوسة مثل مركب (LSD) وقد تصيب الكبد ببعض الأضرار كما قد تتحد مع الأحماض النووية الموجودة بنواة الخلية.

مركبات السلفا:

اكتشف مصادفة عام ١٩٣٠، أن الصبغة الحمراء المعروفة باسم «البرونتوزيل» لها أثر مضاد للبكتريا. وقد تبين بعد ذلك أن مركب «السلفانيلاميد» له نفس الأثر، وأن مجموعة السلفوناميد (SO_2-NH_2) هى المجموعة النشيطة والمسئولة عن قتل الجراثيم. وقد استخدم مركب السلفانيلاميد بعد ذلك فى علاج الحميات والالتهاب الرئوى وحمى النفاس وغير ذلك من الأمراض التى كان يصعب علاجها من قبل حتى أنه عرف باسم الدواء المعجزة.

وقد دفع هذا الاكتشاف كثيرا من الكيميائيين إلى تحضير آلاف من المركبات المشابهة واختبارها، ولكن عددا قليلا فقط من هذه المركبات التى عرفت باسم مركبات السلفا، كان له الأثر المطلوب. وأول هذه المركبات التى استعملت فى العلاج هو مركب «سلفا بيريدين» الذى حضرته شركة ماى أند بيكر بإنجلترا.



سلفا نيلاميد　　　　سلفا بيريدين

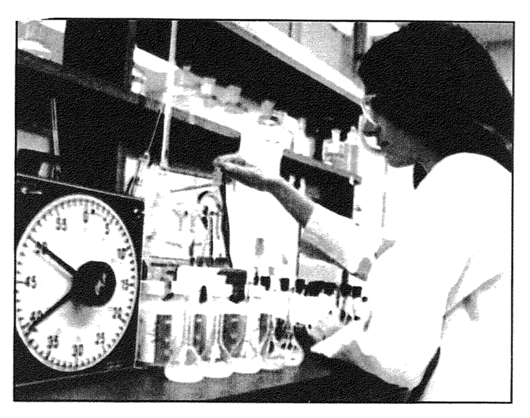
وقد استعملت بعد ذلك فى العلاج أعداد كبيرة من مركبات السلفا، من أشهرها «سلفا ثيازول» و«سلفا ديميدين» و«سلفا ديازين» وغيرها، التى استخدمت فى علاج الحميات وكذلك «سلفا جواندين» و«سلفا سكسدين» التى استعملت فى علاج الإصابات المعوية.

وتعتبر هذه المركبات منخفضة السمية، وجرت العادة على استعمال خليط منها حتى لا تتبلور فى الكلى وتؤثر عليها. وقد استخدمت هذه المركبات فى أثناء الحرب العالمية الثانية وكانت ترش على الجروح لقتل الجراثيم، واعتبرت من أهم مضادات البكتريا حتى ظهرت مجموعة أخرى من المركبات عرفت باسم المضادات الحيوية.

المضادات الحيوية:

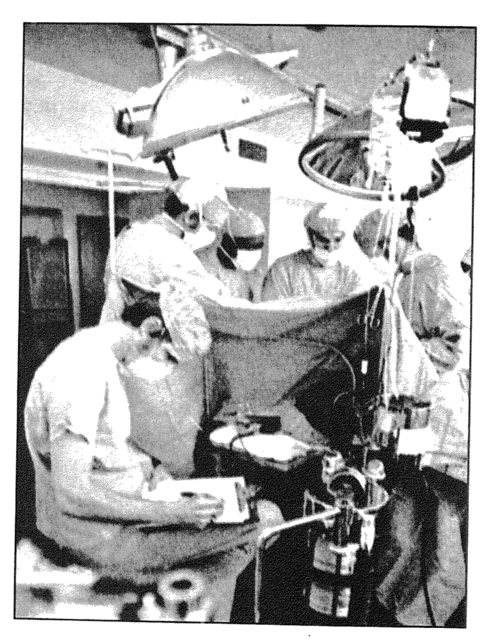
اكتشف أول مركبات هذه المجموعة وهو «البنسلين» صدفة بواسطة «سير ألكسندر فليمنج» بإنجلترا عام ١٩٢٨ عندما لاحظ أن فطر بنسليوم نوتاتوم يفرز مادة تمنع نمو كثير من البكتريا المسببة للأمراض. وفى عام ١٩٤١ استخدمه كل من «فلورى وتشين» فى العلاج وثبتت صلاحيته فى هذا المجال لمقاومة كثير من أنواع البكتريا المعروفة باسم «جرام الموجبة»، ثم استخدم عام ١٩٤٥ فى علاج كثير من المصابين بعدوى الجروح فى أثناء الحرب، مما أنقذ كثيرا من الأرواح فى ذلك الحين. وكان البنسلين ينتج من الفطر أول الأمر على هيئة مستخلص يمكن تنقيته، ثم أمكن بعد ذلك تركيب مشابهات له فى المعامل الكيميائية ويمكن تعاطيها عن طريق الفم بدلا من الحقن مثل الأمبيسلين والأموكسى سلين وغيرها.

وسرعان ما اكتشف العلماء مضادات أخرى جديدة من بينها «الإستربتومايسين» الذى يفصل من كائن دقيق فى التربة وتم فصله لأول مرة بواسطة «واكسمان وشاتز» فى الولايات المتحدة عام ١٩٤٣، ووجد أنه يصلح لعلاج مرض السل وبعض الأمراض الأخرى، ثم تبين أن مركب ثنائى «هدروستربتومايسين» له نفس الأثر وأقل منه سمية. وقد نجح هذا العقار مع كل



من حمض «أمينو ساليسليك» وهدرازيد حمض «النيكوتنيك» وهى مركبات كيميائية تحضر فى المعامل، وتستخدم فى مكافحة مرض السل الخبيث على مستوى العالم.

وقد عرفت بعد ذلك بعض المضادات الحيوية الأخرى مثل «الكلورومايسين» وقد حضر بطرق كيميائية بواسطة «بول بيركهولدر» عام ١٩٤٧، واستعمل فى علاج التيفود وبعض الإصابات المعوية. وفى عام ١٩٤٨ اكتشف «الأوريومايسين» واستخدم فى علاج الكوليرا وفى علاج التراكوما التى تسبب العمى عند تركها دون علاج. وفى عام ١٩٤٩ اكتشف «النيومايسين» وثبتت صلاحيته فى علاج أمراض الجلد. وقد استعملت بعد ذلك عدة أنواع من هذه «المايسينات» مثل «الترامايسين» وهو من مجموعة «التتراسيكلينات» ومثل «الأوريومايسين»، كما استعمل «فايومايسين» و«باستراسين» فى علاج السل وعدوى الجروح على الترتيب، واستخدم حديثا الكلورامفنيكول والكيفالوسبورين والأمينو جليكوسيدات فى علاج كثير من الأمراض.



المضادات الحيوية والمواد المستخدمة فى التخدير
عبارة عن مواد كيميائية

وتتسبب المضادات الحيوية التى تؤخذ عن طريق الفم فى قتل بعض أنواع البكتريا المفيدة فى أمعاء الإنسان، ولذلك ينصح باستخدام الڤيتامينات، وخاصة فيتامين ب المركب، عند استخدامها فى العلاج.

مضادات الملاريا:

تعتبـر الملاريا من الأمراض الخطيرة التى تنتشر فى بعض الأمـاكن على هيئة وباء. وتنتقل الملاريا عن طريق بعوضة الأنوفيليس، ولذلك تسـتخدم المبيدات مثل د.د. ت وغيرها فى القضاء على هذه الحشرة. وتنتج المعامل الكيميائية عديدا من المواد الكيميائية لعلاج المرضى بهـذا الوباء، ومن أمثلتها «الأثبرين» و«الكلوروكين» و«البريماكـين» وغيرها. وكانت «الكينين» وهى قلوانى يفـصل من شجر السنكوتا تستخـدم فى علاج الملاريا الخبيثة من قـبل، وما زالت تستخدم حـتى الآن لمقاومة مرض الملاريا فى بعض الدول الأفريقية وجنوب شرق آسيا.

انتصارات أخرى للكيمياء فى مجال الدواء:

نجح الكيميائيون فى تحـضير كثير من المواد الكيميائيـة التى لها نفع كبير فى العلاج من عديد من الأمـراض، والتى ساعدت على تحسين صحـة الإنسان، فقد أحرزوا نجـاحا كـبيـرا فى تركيب «الكورتيـزون» بطرق كيـميائـية فى معـاملهم، واستـخدم فى عـلاج مرض الرومـاتيزم المـفصلى. كـذلك تمكنوا من صنع بعض مانعـات تجلط الدم مثل «داى كومـارول» و«الهيبـارين» و«الدانيلون» (الفنندايون)، كما استنبطوا أدوية جديدة لتخـفيض ضغط الدم، وأدوية أخرى لرفع ضغط الدم، كمـا حضـروا بعض الهرمـونات الذكرية والأنثـوية التى أفادت فى عـلاج ضعف التناسل، وابتكروا مواد كيميائية أخرى أفـادت فى كثير من مجالات العلاج، منها ما يفيد فى علاج اللوكيميـا وبعض أنواع مرض السرطان، وبذلك حققت الكيمياء مزيدا من الانتصارات فى مختلف مجالات العلاج بالمركبات الكيميائية.

رقم الإيداع	٢٠٠٥ / ١١٢٩٤
I. S. B. N الترقيم الدولى	977 - 01 -9708 - 4



إن القراءة كانت ولاتزال وسوف تبقى، سيدة مصادر المعرفة، ومبعث الإلهام والرؤية الواضحة .. وعلى الرغم من ظهور مصادر حديثة للمعرفة، وبرغم جاذبيتها ومنافستها القوية للقراءة، فإننى مؤمنة بأن الكلمة المكتوبة تظل هى مفتاح التنمية البشرية، والأسلوب الأمثل للتعلُّم، فهى وعاء القيم وحافظة التراث، وحاملة المبادئ الكبرى فى تاريخ الجنس البشرى كله.

سوزان مبارك



الثمن ١٥٠ قرشا